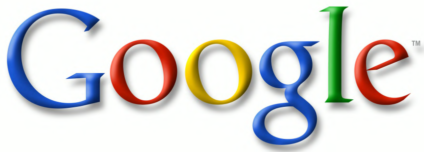






Ritter.

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

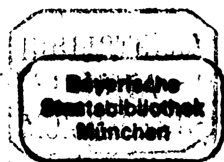
LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDRER NATURF. SOCIETÄTEN.

VIERZEHNTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1803.


Bayerische
Staatsbibliothek
München

INHALT.

Jahrgang 1803, Band 2,
oder
Vierzehnter Band. Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, FÜNFTES STÜCK.

I.

EINFACHE EINRICHTUNG

der Atwoodischen Fallmaschine nebst Geräthschaft zu Versuchen über das Pendel,

von

ERNST GOTTFR. FISCHER,

Mitglied der Akademie der Wissenschaften und Professor am Berlinisch-Kölln. Gymnasium.

Man hat für den Vortrag der mechanischen Naturlehre vielerlei Geräthschaften ersonnen, welche mehr zur Erläuterung und Versinnlichung vorgetragener Sätze, als zur Begründung derselben, oder zu eigentlichen Untersuchungen über Naturgesetze dienen. Werkzeuge dieser Art haben für den Unterricht ihren Werth, wenn sie ihrem Zwecke gemäss und nicht zu kostbar sind.

Die Atwoodische Fallmaschine ist für ihren Zweck, die Gesetze des Falles schwerer Körper anschaulich zu machen, in der That sehr sinnreich und

gut ausgedacht, aber sie ist für ihren Nutzen viel zu kostbar.

Dies hat mich veranlasst, auf Vereinfachung derselben zu denken, und es ist mir gelungen, diesen Zweck nicht nur in so fern zu erreichen, dass das Instrument jetzt für 20 bis 30, (statt 80 bis 100 Rthlr.,) verfertigt werden kann, sondern der Augenschein kann jeden, der die Vergleichung machen will, überzeugen, dass man mit meiner Maschine bequemer als mit der gewöhnlichen experimentirt, ohne an der Präcision der Experimente das geringste zu verlieren.

Da ich nicht voraussetzen kann, dass jedem meiner Leser das Instrument und dessen Mechanismus genau bekannt sind, so will ich zuerst die Idee, die bei dem Instrumente zum Grunde liegt, dann meine Einrichtung des Mechanismus, und die Abweichungen von der gewöhnlichen Einrichtung beschreiben.

Idee des Instruments. Da der freie Fall eines schweren Körpers viel zu schnell geschieht, als dass man bei ihm die Gesetze dieser Bewegung unmittelbar wahrnehmen könnte, so bediente man sich seit Galiläi, um diese Gesetze des Falles oder vielmehr der gleichförmig beschleunigten Bewegung überhaupt anschaulich zu machen, einer viele Fuss langen, und unter einem kleinen Winkel geneigten ebenen Fläche, auf welcher Kugeln nach den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung mit hinlänglicher Langsamkeit herabrollen, um alle

Umstände der Bewegung wahrnehmen zu können. So einfach diese Idee ist, so schwer ist es, die Vorrichtung auszuführen, und mit Präcision zu experimentiren, weil das Holz, woraus man allein die schiefe Fläche verfertigen kann, unvermeidlich dem Werfen unterworfen ist. Atwood hat statt dessen folgende Idee substituirt. Um eine äusserst bewegliche Rolle ist eine Schnur geschlagen, an deren beiden Enden Gewichte hängen. Sind diese Gewichte gleich, so steht alles still; wird aber auf der einen Seite ein Uebergewicht aufgelegt, so sinkt das Gewicht auf dieser Seite; und dass diese Bewegung, mit einer für die Sinne hinlänglichen Genauigkeit, eine gleichförmig beschleunigte seyn müsse, ist nicht schwer einzusehen. Man nehme an, dass die ganze bewegte Masse, (d. h., die anhängenden Gewichte nebst der Masse der Rolle *) und Schnur zusammen,) 9000 Gran betrage, und dass das auf der einen Seite aufgelegte Uebergewicht

*) Genau genommen darf für die *Masse* der Rolle nicht ihr *Gewicht* genommen werden. Denn da nicht alle Punkte der Rolle mit gleicher Geschwindigkeit umlaufen, so muss die ganze Masse, vermittelst der Theorie von dem Momente der Trägheit, auf den Schnurlauf reducirt, und die so reducirte Masse, die hier etwas geringer als das Gewicht ausfällt, in Rechnung gebracht werden. Diese Berechnung ist in der That nicht leicht, weil sie eine äusserst genaue Abmessung der Grösse und des specifischen Gewichts aller Theile

48 Gran betrage; so müssen diese 48 Gran, deren Gewicht beim freien Falle bloss sich selbst in Bewegung zu setzen hat, hier eine $187\frac{1}{2}$ mahl grössere Masse bewegen, daher wird das Gewicht $187\frac{1}{2}$ mahl langsamer als bei dem freien Falle sinken. Legt daher ein frei fallender Körper in der ersten Sekunde $15\frac{5}{8}$ Fuss, d. i., $187\frac{1}{2}$ Zoll zurück, so wird das gedachte Uebergewicht hier nur einen Zoll in der ersten Sekunde zurücklegen, welches langsam genug ist, um alle Umstände der Bewegung hinlänglich genau wahrzunehmen.

Nach dieser allgemeinen Darstellung der Idee des Instruments komme ich auf die umständlichere Beschreibung derjenigen Maschine, die ich für die ansehnliche Instrumentensammlung unsers Gymnasiums durch den rühmlichst bekannten Mechanicus Herrn **Elkner** den ältern habe verfertigen lassen.

Das Gestell, (Taf. I, Fig. 1, 2.) In der Mitte eines dreieckigen hölzernen Fussbrettes *AB*, das auf zwei Ecken mit Stellschrauben *C* und *D*, auf der dritten vordern Seite *E* aber bloss mit einem runden Untersatze versehen ist, erhebt sich eine hölzerne Säule *FG*, 70 Zoll hoch, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und über $1\frac{1}{2}$ Zoll dick; auf deren vorderer Seite sich eine in

voraussetzt. Indessen werde ich weiter unten zeigen, dass diese Rechnung für den gewöhnlichen Gebrauch des Instruments ohne Nachtheil bei Seite gesetzt werden kann. *F.*

Zoll und Zehntel getheilte Scale *HF* von 64 Zoll befindet, so dass also über die Scale noch 6 Zoll ohne Eintheilung überstehen. Die Zolle werden von oben nach unten gezählt. Oben ist diese Säule von der einen Seite, (wie Fig. 1 zeigt,) eingeschnitten, und auf der Seite dieses Ein- oder Abschnittes ist ein, (bei I durch punktirte Linien angedeutetes,) Loch senkrecht heruntergebohrt. Von vorn nach hinten aber ist ein Stück Messing, (das bei *I* Fig. 2 durch punktirte Linien angedeutet ist,) durchgelegt, so dass das gedachte Loch durch dieses Stück Messing hindurchgeht. Dieses Loch hat, so weit das Messing geht, Schraubengänge, zu einem sogleich anzuzeigenden Gebrauche.

Die Rolle, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Der wesentlichste Theil des Instruments ist eine messingene äusserst genau centrirte Rolle *K*, welche Fig. 3, nebst ihrem Gestelle, von vorn, Fig. 4 von der linken Seite zeigt. Fig. 5 und 6 stellen das Gestell der Rolle von unten vor. Die Rolle dreht sich um eine stählerne, an beiden Enden zugespitzte Achse *ab*, Fig. 4, deren Spitzen sich in regelförmigen Vertiefungen in den beiden messingenen Ständern *c* und *d* bewegen. Doch befindet sich eine der beiden Vertiefungen nicht unmittelbar in dem Ständer, sondern in einer durch den Ständer gehenden Schraube, um die Rolle einsetzen und dann so stellen zu können, dass sie weder geklemmt wird noch schlottert. Diese Ständer sind auf dem Brettchen *LM* befestigt, durch welches bei *N*, Fig. 4, eine Pressschraube

geht, durch die es auf der Säule in dem bei *I*, Fig. 1, befindlichen Loche angeschraubt werden kann. Die Rolle hat einen Durchmesser von 3 Zoll, und in der Peripherie einen keilförmig eingeschnittenen Schnurlauf. Die Breite des Brettchens *ef*, Fig. 5 und 6, ist um etwas kaum merkliches kleiner als der Durchmesser des Schnurlaufs, so dass, wenn eine Schnur mit Gewichten an beiden Enden über die Rolle gelegt wird, die Schnur dicht an dem Brettchen herunterhängt, doch ohne es zu berühren.

Aus Gründen, die in der Folge angeführt werden sollen, ist es rathsam, die Rolle durchbrochen zu arbeiten, und die Achse so dünn, als es die Festigkeit erlaubt, zu machen, damit sich der grösste Theil der Masse in der Nähe des Schnurlaufs befinde.

Die Hemmung, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Wenn an der über die Rolle gelegten Schnur ungleiche Gewichte hängen, und das schwerere sinkt, so muss man in jedem Augenblicke die Bewegung hemmen können. Hierzu dient ein einarmiger Hebel von Messing oder Holz *gh*, Fig. 5 und 6, (der Fig. 3 bei *h* bloss von vorne, und Fig. 4 bei *Mh* zum Theil von der Seite zu sehen ist.) Dieser Hebel ist um den Punkt g beweglich, und ragt bei *h* einige Zoll über das Brettchen hervor; übrigens ist er so eingerichtet, dass er sich nur um wenige Grade öffnen kann, was zwar nicht nothwendig, aber bequem, und auf mehr als Eine Art leicht zu erhalten

ist. Die Flächen des Hebels und des Brettchens sind da, wo sie an einander anliegen, mit Leder oder feinem Tuche überzogen, damit die Schnur desto sicherer geklemmt werde. Sobald aber der Hebel geöffnet ist, muſs die Schnur ganz frei hängen, aber dicht am Brettchen hinstreichen. Bei dieser Einrichtung kann die Bewegung des sinkenden Gewichts augenblicklich durch einen kleinen Schlag mit dem Finger auf das Ende des Hebels gehemmt und, sobald man will, hergestellt werden.

Bei einigen Versuchen läſst man dasjenige Gewicht, welches mitten vor der Säule hängt, und welches allezeit das sinkende ist, bis auf das Fuſsbrett *AB*, (Fig. 1 und 2,) herabsinken; bei andern soll es nur bis zu einer bestimmten Tiefe, (z. B. 16 oder 25 Zoll,) sinken. Hierzu sind *Unterlagen* nöthig, die man an jeder Stelle der Säule befestigen kann. Eine dieser Unterlagen ist Fig. 2 bei *u*, *x*, *y* abgebildet. *uu* ist eine Platte von Messing, so lang und breit, als vorn die Säule breit ist, (*FF*, Fig. 1.) Von *u* bis *v* ist sie rechtwinklig umgebogen. An dieser Umbiegung ist in der Mitte ein anderes Stück Messing *w* befestigt, welches sich an die rechte Seite der Säule anschmiegt, und hinten bei *xy* von neuem umgebogen ist, so daſs das Stück *xy* an der Rückseite der Säule anliegt. *xy* ist federhart geschlagen und an beiden Enden ein wenig gegen die Säule gebogen; daher klemmt es sich scharf an dieselbe an, und hält die ganze Unterlage, wo sie stehen soll, fest.

Solcher Unterlagen muſs man drei haben: 1. Die erſte iſt ganz, wie wir ſie eben beſchrieben haben; ſie heiſst *die undurchbrochne Unterlage.* 2. Die zweite iſt eben ſo, nur iſt in der Platte ein rundes Loch von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer geſchnitten; die 14te Figur ſtellt eine ſolche *durchbrochne Unterlage* von oben geſehen vor, in Anſehung deren nur noch zu bemerken iſt, daſs das Centrum des Lochs von der Säule gerade ſo weit entfernt ſeyn muſs, als der Schnurlauf der Rolle von der Säule abſteht. 3. Die dritte iſt völlig wie die erſte, nur fehlt die zum Anklemmen erforderliche Feder *xy*; dieſe *freie Unterlage* wird nämlich nicht an der Säule befeſtigt, ſondern bloſs mit der Hand an dieſelbe gehalten. Sie iſt beſtimmt, das Gewicht, welches ſinken ſoll, leicht und ſicher auf Null der Scale zu ſtellen. Zu dem Ende iſt an der Säule bei *Z*, Fig. 1 und 2, ein Stift befeſtigt, in ſolcher Höhe, daſs, wenn man die freie Unterlage daran hält, die auf der Platte anliegenden Gewichte mit ihrer unterſten Fläche gerade auf Null ſtehen.

Die Gewichte. Ueber die Rolle geht, wie ſchon gedacht worden, eine Schnur, (von ſo genannter Granatſeide,) und an jedem Ende derſelben hängt eine kleine horizontale Scheibe von Meſſing *OP*, Fig. 3, in deren Mitte ſenkrecht ein drei bis vier Zoll langer Draht in die Höhe ſteht, der ſich oben in ein Häkchen endigt, das in eine Schlinge der Schnur eingehängt wird. Dieſe Scheiben, die wir, um ſie beſtimmt unterſcheiden zu können, *Patellen*

nennen wollen, dienen, die Gewichte zu tragen. In Ansehung der Gröfse dieser Patellen bemerke ich noch, dafs es vortheilhaft ist, sie so einzurichten, dafs das Gewicht derselben nebst dem Gewichte der Rolle und der Schnur eine runde Zahl ausmache; an meiner Maschine wiegen diese Stücke zusammen gerade 1000 Gran Nürnberg. Medicinalgewicht. Die Gewichte selbst bestehen aus runden Scheiben von etwa 1½ Zoll Durchmesser, die an der einen Seite einen bis zum Mittelpunkte gehenden Einschnitt haben, (man s. Fig. 7,) vermittelst dessen sie auf die Patelle geschoben werden können. Ich habe für die Maschine folgende Gewichte verfertigen lassen: 10 Stück von 1000 Gran; 10 Stück von 100 Gran; 10 Stück von 10 Gran, alle von Messing; dann Stücke von 9, 8, 7 bis 1 Gran von Papier, die, um ungefähr gleichen Umfang zu erhalten, aus 9-, 8-, 7- bis 1fachem Papiere gemacht sind. Aufser diesen runden Gewichten habe ich noch folgende in der Gestalt von 3 Zoll langen Stäbchen: Stücke von 1, 2, 3 bis 9 Gran aus Papier; Stücke von 10, 20, 30 bis 100 Gran aus Messing; endlich noch zwei besondere Gewichte, jedes von 48 Gran für die Beschleunigung, das eine rund, das andere als Stäbchen. Wer die möglichste Sparsamkeit beobachten will, kann viel kürzer fertig werden. Er braucht zwei runde gleiche Gewichte von Blei, die oben mit einem etwas langen Drahthäkchen versehen, und so schwer sind, dafs sie nebst Rolle und Schnur

zusammen 9000 Gran wiegen; ferner, wie oben, zwei Gewichte von 48 Gran für die Beschleunigung; endlich mehrere kleine Gewichte von Karten, von der Gestalt der runden messingenen nach Fig. 7, von beliebigem gleichen oder ungleichen Gewichte. Diese letztern sind bloss bestimmt, zu dem Gewichte, welches die Beschleunigung bewirkt, hinzugelegt zu werden, und die Friction und andere kleine Hindernisse der Bewegung zu überwältigen, wie unten in dem Absatze von der vorläufigen Stellung der Maschine gezeigt werden wird.

Das Pendel. Zur Abmessung der Zeit kann ein blosses Sekundenpendel dienen, sobald es nur so eingerichtet ist, dass es *hörbar* schlägt.

Wird bei diesem Pendel nichts weiter beabsichtigt, als der Gebrauch bei der Fallmaschine, so kann es mit geringen Kosten eine ganz ähnliche Einrichtung als ein gemeines Uhrpendel, das an einer Uhrfeder aufgehängt ist, erhalten, nur wird oben am höchsten Ende der Uhrfeder eine unterwärts, (wie bei einer Wage,) zugespitzte Achse befestigt, welche auf Pfannen ruht, dass sich das Pendel mit sehr wenig Friction bewegt. Ein so vorgerichtetes Pendel bewegt sich, wenn es einmahl um einen Bogen von 10 bis 15 Grad aufgehoben wird, mehrere Stunden hinter einander fort. Seine Schläge lassen sich dadurch hörbar machen, dass man die Uhrfeder zwischen den Armen einer engen Gabel vibriren lässt, so dass es bei jedem Schwunge anschlagen muss. Dies verkürzt zwar die Bewegung des Pen-

dels gar sehr; aber sie dauert immer noch weit länger, als es je zu einem Versuche mit der Fallmaschine erforderlich ist.

Bei meiner Maschine ist die Einrichtung anders, weil ich beabsichtete, das Gestell der Maschine auch zu allen über das Pendel nöthigen Versuchen zu brauchen.

Die Stange ist von Stahl, vierkantig, 48 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ Zoll breit und $\frac{1}{10}$ Zoll dick. Der Aufhängepunkt ist 7 Zoll unter dem obern Ende. An dieser Stelle geht eine unterwärts zugeschärfte Achse, die auf polirten Pfannen ruht, durch die Stange. Die Linse, welche etwa 12 Pfund schwer ist, ist in *horizontaler* Lage an der Stange befestigt, und besteht eigentlich aus zwei auf einander liegenden halben Linsen, wovon jede für sich an der Stange auf- und abgeschoben und vermittelst einer Stellschraube an jeder Stelle befestigt werden kann. Um beide, wie sie auf einander liegen, genau an der Stelle erhalten zu können, wo sie sich befinden müssen, wenn das Pendel Sekunden schlagen soll, befindet sich unter ihnen noch eine messingene Hülse an der Stange, die verschoben und an jeder Stelle durch eine Stellschraube befestigt werden kann. Das Messing, woraus diese Hülse besteht, ist auf der vordern Seite, (wo die Stellschraube nicht ist,) ziemlich dick und ist hier von unten nach oben in lothrechter Richtung durchbohrt. Durch dieses Loch geht eine Schraube mit sehr feinem Gewinde, welches unten ohne Flügel oder Knopf bloss viereckig ist, damit

sie vermittelst eines Schlüssels gestellt, und dann nicht leicht wieder verrückt werden kann. Ist die Hülse und ihre Schraube einmahl genau gestellt, so kann man die beiden Linsen einzeln oder zugleich, zum Behufe anderer Versuche, verschieben, und wenn man sie wieder bis auf die Hülse herabsinken läßt, so wird das Pendel immer wieder richtige Sekunden schlagen. Vom Aufhängepunkte an ist die Pendelstange an der vordern Seite von oben nach unten in Zolle und Zehntel getheilt. Man wird übrigens leicht wahrnehmen, daſs diese Einrichtung den Zweck hat, Versuche über die Theorie des *zusammengesetzten Pendels* anzustellen.

Ein Haupttheil an diesem Pendel sind die *Schlaghämmer*, durch welche seine Schläge hörbar werden. Da ich glaube, daſs alles Bisherige auch ohne Figur verständlich sey, so habe ich bloſs diesen Theil des Pendels in den Figuren 8, 9, 10 abgebildet. Fig. 8 stellt den obern Theil des Pendels von der Seite gesehen, aber ohne die Schlaghämmer vor. Fig. 9 stellt eben den Theil von vorne gesehen mit den Schlaghämmern vor. Die Gestalt dieses Theils des Pendels ergiebt sich sehr deutlich aus Vergleichung beider Figuren, und ich bemerke bloſs, daſs der Stahl in der Vertiefung *l*, Fig. 8, zugeschärft ist, damit die Schlaghämmer, die hier aufgehängt werden, keine merkliche Friction leiden. *Q* ist in beiden Figuren die unterwärts zugeschärfte Achse, auf welcher sich das Pendel bewegt. Die Gestalt der Schallhämmer *R* und *R*, Fig. 9, ist

aus der Figur deutlich. Sie sind aus Stahl gemacht und federn also. Durch eine Klammer von Messing *TT*, Fig. 9 und 10, werden sie in der gehörigen Entfernung zusammengehalten; die 10te Figur stellt die Gestalt der Klammer von oben herunter gesehen vor. Ihre Haken bei *TT*, womit sie die Arme der Schlaghämmer fasst, sind federhart und so enge, dass sie sich nur mit Mühe verschieben lassen. Man sieht leicht, dass durch das Auf- und Niederschieben dieser Klammer die Hämmer *RR* von einander entfernt oder einander genähert werden können.

Der Künstler hat bei der Verfertigung dieser Schallhämmer folgendes zu beobachten: Beide Hämmer müssen einander möglichst gleich seyn. Sind sie bis auf die Politur fertig, so hängt er sie auf das Pendel, und beobachtet, ob beide Hämmer genau gleich weit von der Stange abstehen. Dies kann er theils unmittelbar mit dem Auge beobachten, noch genauer aber kann er es bemerken, wenn er das Pendel schlagen läſst; gehn die Schläge hinkend, wie an einer Uhr, die schief hängt, so ist der Hammer, welcher zu früh schlägt, zu nahe an der Stange; er muss daher von diesem Hammer so viel abfeilen oder abschleifen, bis die Schläge völlig gleichzeitig werden. Die Klammer muss so weit herunter gerückt werden, dass die Hämmer sehr nahe an der Stange stehen; denn stehen sie weit ab, so schlagen sie bloss bei weiten Schwingungen. Man muss

sie so nahe bringen, dass sie schon bei Schwingungen von ein Paar Graden hörbar schlagen.

Zur *Aufhängung des Pendels* ist am besten, ein besonderes Gestell, etwa von ähnlicher Gestalt als das Gestell der Fallmaschine, (Fig. 1 und 2,) nur kleiner, verfertigen zu lassen. Es ist hinlänglich, wenn die Säule vom Fussbrette an gerechnet 44 Zoll hoch ist. Aber man muss bei diesem Gestelle sehr für Festigkeit sorgen, weil die Schwankungen eines schweren Pendels das festeste Gestell erschüttern. An diesem Gestelle wird das Pendel vermittelst einer kleinen Vorrichtung, welche in der 11ten Figur vorgestellt ist, aufgehängt. *mnop* ist ein Stück starken Messingblechs, welches zweimahl bei *n* und *o* rechtwinklig gebogen ist. Es kann auf der Seite *no* ein Paar Zoll breit, bei *m* und *p* aber schmäler seyn. Was man in der Figur sieht, ist nur die von oben gesehene Dicke des Blechs. *qr* ist ein Stäbchen zwischen den beiden Platten *mn* und *po*, um das Ganze besser zu steifen. *stuv* ist ein kleiner Rahmen von Messing, der sich um die beiden Stifte *w* und *x* wie um eine Achse drehen lässt. Bei *y* und *z* sind die stählernen polirten Pfannen befestigt, auf welchen die zugeschärfte Achse des Pendels, (*QQ*, Fig. 8 und 9,) zu liegen kommt. Die ganze beschriebene Vorrichtung wird oben an der Säule des Pendelgestelles befestigt, vermittelst zweier oder dreier Holzschrauben, welche durch die Platte *no* in die Säule des Gestells gehen. Was

die Figur zeigt, muſs bei dieſer Befeſtigung horizontal zu liegen kommen. Dieſe Vorrichtung hat den Vortheil, daſs ſich das Pendel von ſelbſt ſenkrecht ſtellt. Sieben Zoll unter dem Aufhängepunkte des Pendels iſt ein Gradbogen angebracht, der von der Mitte aus auf jeder Seite 30 ganze Grade enthält. Sein Centrum muſs begreiflich im Aufhängepunkte liegen, und der Bogen ſo weit hervorgerückt werden, daſs die Pendelſtange, ohne ihn zu berühren, dicht vor demſelben ihre Schwingungen macht. Man ſieht leicht, daſs dieſer Bogen beſtimmt iſt, den Winkel der Vibrationen meſſen zu können.

Uebrige Geräthſchaft zu den Pendelverſuchen. Um mit dem Geſtelle der Atwoodiſchen Maſchine alle übrigen zur Theorie vom Pendel nöthigen Verſuche machen zu können, muſs die Geräthſchaft noch ein Paar kleine, Fig. 12 und 13 abgebildete, Zuſätze erhalten. *mp*, Fig. 12, iſt ein zwei Fuſs langer Winkelhaken, der vermittelſt der Zwinge *qs* an dem Geſtelle ſo befeſtigt wird, daſs die untere Kante des Winkelhakens auf Null-Zoll der Scale, übrigens die in der Figur ſichtbare Fläche des Winkelhakens gerade auf der Mitte der Säule zu ſtehen kommt. Von dieſem Arme hängen zwei Pendel *r*, *r* herunter, jedes an zwei Fäden. Der Körper beſteht aus einem bleiernen Doppelkegel. Die bei *m*, *n* und *p* befeſtigten Fäden kommen aus kleinen Löchern hervor, welche durch befeſtigte

kleine Messingbleche gebohrt sind; über diesen befinden sich bei *t*, *u*, *v*, *w* kleine Wirbel, durch welche die Pendel verlängert und verkürzt werden können. — *xy*, Fig. 13, ist ein zweiter, nur 1½ Fuss langer, leichter und dünner gearbeiteter Winkelhaken, der nicht durch eine Zwingschraube, sondern blos durch eine Klemme *ZZ*, (wie oben die durchbrochne und undurchbrochne Unterlage,) an der Säule befestigt wird, und sich auf- und abschieben lässt. Er dient, die Länge der Pendel zu messen, und wird abgenommen, sobald ein Pendel seine bestimmte Länge hat. Es ist aber die Länge von der untern Fläche des obern Winkelhakens bis zu der scharfen Kante, welche die gemeinschaftliche Grundfläche der beiden Kegel begrenzt, zu rechnen.

Mit dieser Geräthschaft, in Verbindung mit dem oben beschriebenen Sekundenpendel, lassen sich, wie leicht einzusehen, alle zur Theorie des Pendels gehörige Versuche anstellen, so dass man fast alles, was zu den Experimenten über die Schwere gehört, in der ganzen hier beschriebenen Geräthschaft beisammen hat.

Ich bemerke noch, dass die Scale, so wie sie in Fig. 1 gezeichnet ist, zugleich als Maassstab für die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 und 13 anzusehen ist; zu Fig. 8, 9, 10 hingegen sind die Zolle in Fig. 9 der Maassstab.

Ge-

Gebrauch der Fallmaschine.

Vorläufige Stellung der Maschine.

Um die Säule senkrecht zu stellen, setzt man die durchbrochne Unterlage so tief als möglich an dieselbe an, legt die Schnur mit den Patellen um die Rolle, legt gleiche Gewichte auf, und zieht das vor der Säule hängende Gewicht bis zur Unterlage herab; dann schraubt man die Stellschrauben des Fuſsbrettes so lange, bis das Gewicht gerade in dem Loche der durchbrochnen Unterlage schwebt.

Hierauf ist durch einen Versuch die Gröſse des aufzulegenden Uebergewichts zu bestimmen. Die Gröſse des Uebergewichts hängt ab: 1. von der gesammten Masse, die durch sie bewegt werden soll, und die bei meiner Maschine in der Regel 9000 Gr. beträgt, indem ich gewöhnlich 4000 Gran auf jede Patelle auflege, die Patellen selbst aber nebst Schnur und Rolle zusammen 1000 Gran rechne. *)

*) Jede Patelle wiegt 112 Gr., die Schnur 6 Gr., und die Rolle 771 Gr. Daſs die Rolle mit zur bewegten Masse gerechnet werden müsse, ist leicht einzusehen, weil sie, während das Gewicht sinkt, selbst eine beschleunigte Bewegung erhält. Da aber die Theile der Rolle, nach Verschiedenheit ihrer Entfernung von der Achse, mit verschiedner Geschwindigkeit umlaufen, so ist es, genau genommen, nicht das Gewicht der Rolle, sondern ihr auf den Halbmesser des Schnurlaufs reducirtes Moment der Trägheit, was in Rechnung gebracht werden muſs. Man sieht leicht, daſs dieses Moment alle-

2. Von der Grösse der Beschleunigung, mit welcher die Bewegung geschehen soll. Zu den Versuchen ist es die bequemste Beschleunigung, wenn das Gewicht in der ersten Sekunde um 1 Zoll sinkt. Da nun die *freie Beschleunigung* der Schwere, (d. i., die Höhe des freien Falls in der ersten Sekunde,) $15\frac{5}{8}$ Fuss oder $187\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, so wird eine Masse von 9000 Gran zur Beschleunigung von 1 Zoll ein Uebergewicht von $\frac{9000}{187,5} = 48$ Gran erfordern. *)
3. Von den vorhandenen Hindernissen der Bewegung, für deren Ueberwältigung ausser den gedachten 48 Gran noch ein besonderes kleines Ueberge-

zeit kleiner seyn werde, als das Gewicht der Rolle, weil fast alle Punkte der Rolle langsamer umlaufen, als die im Schnurlaufe liegenden. Ist indessen die Rolle so gearbeitet, wie wir sie oben angegeben haben, so ist der Unterschied nicht gross. Bei meiner Rolle ist das absolute Gewicht 771 Gran, das Moment der Trägheit hingegen, auf den Halbmesser des Schnurlaufs gebracht, beträgt nach einer sorgfältigen Messung und Berechnung 707 Gran; also 64 Gran weniger. Wir werden aber bei Berechnung des beschleunigenden Gewichts sehen, dass ein Fehler von 64 Gran in der bewegten Masse, noch keinen Fehler von $\frac{1}{2}$ Gran in der Bestimmung des beschleunigenden Gewichts hervorbringen könne, (m. s. die folg. Anm.) *F.*

*) Also könnte die bewegte Masse, (9000 Gr.,) um $187\frac{1}{2}$ Gran falsch seyn, ehe daraus ein Fehler von 1 Gr. im Beschleunigungsgewichte entstünde. *F.*

wicht angebracht werden muſs. Dieſe Hinderniſſe beſtehen theils in dem Widerſtande, welchen die bewegten Gewichte und die Rolle ſelbſt von der Luft leiden, theils in der Reibung, welche die Achſe der Rolle leidet; auch iſt noch die zwar geringe Steifigkeit der Schnur und ihre Einklemmung in dem Schnurlaufe dahin zu rechnen. Es würde ſo gut als unmöglich ſeyn, die Gröſse dieſer Hinderniſſe aus theoretiſchen Gründen ſicher zu beſtimmen; dagegen iſt es leicht, ſie an der Maſchine ſelbſt durch einen Verſuch zu finden. Und dieſer Verſuch muſs jederzeit, ſo oft man die Maſchine brauchen will, vorläufig angeſtellt werden, weil der Unterſchied nach Umſtänden der Witterung um einige Gran veränderlich iſt. Bei meiner Maſchine ſind 18 bis 24 Gran erforderlich.

Der Verſuch ſelbſt iſt leicht, und beſteht in Folgendem: Nachdem die Maſchine ſenkrecht geſtellt, und das Sekundenpendel in Bewegung geſetzt iſt, bringt man das Gewicht, welches ſinken ſoll, vermittelſt der freien Unterlage auf Null, und beſchwert es 1. mit dem Beſchleunigungsgewichte, 2. mit ungefähr ſo viel, als zur Ueberwindung der Hinderniſſe nöthig ſeyn möchte. Dann läſst man das Gewicht genau mit einem Pendelſchlage ſinken, welches durch einen ſchwachen Schlag gegen die Hemmung geſchieht. Hat nun das Uebergewicht ſeine richtige Gröſse, ſo muſs das ſinkende Gewicht genau mit dem achten Pendelſchlage, (den erſten für Null gezählt,) auf das Fuſsbrett aufſchla-

gen. Kommt es zu früh, so muſs man ein oder ein Paar Gran abnehmen; kommt es zu spät, so muſs man zulegen. Ereignet ſich der Fall, daſs es bei einem gewiſſen Gewichte zu spät, ſobald man aber einen Gran zulegt, zu früh kommt, ſo kann man die Achſe der Rolle vermittelſt derjenigen Schraube, in welcher ſich die eine Pfanne befindet, entweder ein klein wenig ſchärfer ſpannen oder nachlaſſen, und dadurch die Friction etwas vermehren oder vermindern. Man findet durch dieſen Verſuch ſehr ſchnell, wie groſs das erforderliche Uebergewicht ſeyn muſs, und ſobald die Maſchine auf dieſe Art vorbereitet iſt, können die übrigen Verſuche ſehr ſchnell und mit aller erforderlichen Präciſion gemacht werden. *)

Ich komme nun auf diejenigen *Verſuche*, um deren willen die Maſchine erfunden iſt.

Die Geſetze einer gleichförmig beſchleunigten

*) Wir haben oben bei der Berechnung der bewegten Maſſe dieſes Uebergewicht nicht mit in Anſchlag gebracht, ob es gleich eigentlich dazu gehört. Dies iſt abſichtlich geſchehen. Denn da wir oben die bewegte Maſſe ungefähr 64 Gran zu groſs angenommen haben, (Anm. S. 18.) ſo verkleinern wir ſie wieder um 70 Gran, wenn wir das Uebergewicht aus der Rechnung weglaſſen. Dieſe beiden Fehler heben ſich alſo faſt gänzlich, und man thut wohl, in jedem andern Falle auch das Uebergewicht bei der bewegten Maſſe nicht in Rechnung zu bringen. F.

Bewegung lassen sich bekanntlich auf folgende zwei zurückbringen.

1. Die Wege, welche der Körper, vom ersten Augenblicke der Bewegung an gerechnet, zurücklegt, verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten.

2. Die Geschwindigkeit, welche der Körper am Ende jedes Zeitraums hat, ist dem Produkte aus der doppelten Fallhöhe der ersten Sekunde in die Zeit gleich.

Versuch für 1. Um das erste Gesetz anschaulich zu machen, darf man nur das Gewicht mit dem durch Versuch 1 ausgemittelten Uebergewichte sinken lassen. Die Bewegung ist langsam genug, um zu sehen, dass sich der Körper an dem Ende der 1sten, 2ten, 3ten etc. bis 8ten Sekunde, respective bei 1, 4, 9 etc. bis 64 Zoll befinde. Genauer zeigt sich das Gesetz, wenn man die undurchbrochne Unterlage an einem dieser Punkte, z. B. bei 36 Zoll, ansetzt, wo dann das sinkende Gewicht genau mit dem sechsten Pendelschlage aufschlagen muss.

Versuch für 2. Um zu zeigen, dass das sinkende Gewicht am Ende jeder Sekunde in der That die gesetzmässige Geschwindigkeit habe, hat Atwood folgenden in der That sinnreichen Versuch angegeben. Das beschleunigende Gewicht, welches bei dem vorigen Versuche ein rundes war, wird in Gestalt eines langen Stäbchens aufgelegt. Will man nun z. B. zeigen, dass das Gewicht am Ende der 5ten Sekunde eine Geschwindigkeit von 10 Zoll habe, so experimentirt man auf folgende Art:

Das Gewicht, welches sinken soll, wird auf Null gebracht, gehemmt, und das Beschleunigungsgewicht aufgelegt. Bei 25 Zoll wird die durchbrochne Unterlage befestigt, und zwar eigentlich so viel über 25 Zoll, als die Höhe des sinkenden Gewichts austrägt, damit die Grundfläche dieses Gewichts in dem Augenblicke, da das oben aufgelegte Beschleunigungsgewicht die durchbrochne Unterlage berührt, genau bei 25 Zoll sey. Zehn Zoll tiefer, also bei 35 Zoll, setzt man die undurchbrochne Unterlage an, und läſst das Gewicht genau mit einem Pendelschlage sinken, so wird mit dem 5ten Pendelschlage das Beschleunigungsgewicht durch die durchbrochne Unterlage abgehoben, und das Gewicht setzt nun seine Bewegung gleichförmig fort, und erreicht mit dem 6ten Pendelschlage die undurchbrochne Unterlage.

Wie vielerlei Abänderungen mit beiden Versuchen ohne allen Zeitverlust gemacht werden können, bedarf keiner Erinnerung.

Aber dies muſs ich noch bemerken, daſs die Maschine nicht bloſs als versinnlichendes, sondern für den Theoretiker auch als untersuchendes Werkzeug dienen kann. Wüſste man nämlich die Höhe des freien Falles nicht sehr genau aus den Pendelversuchen, so würde man sie durch diese Maschine finden können. Man müſste zu dem Ende nach Art des 2ten Versuches experimentiren, nur mit der Abänderung, daſs man das Beschleunigungsgewicht, welches oben zu 48 Gran bestimmt war,

erst auszumitteln suchte. Man müsste daher nach und nach 20, 30, 40, 50 Gran u. s. w. abheben lassen, und jedes Mahl versuchen, ob die Geschwindigkeit, welche das Gewicht nach dem Abheben hat, die richtige sey. Bei der angenommenen Grösse der Maschine wählt man zu diesem Versuche die Geschwindigkeit, welche das sinkende Gewicht am Ende der sechsten Sekunde hat, und mit der es in den zwei folgenden Sekunden bis 60 Zoll sinkt. Vor der sechsten Sekunde ist die Geschwindigkeit noch zu schwach, und wird durch kleine Irregularitäten im Widerstande leicht gestört; nach der sechsten Sekunde aber kann man, wenn die Scale nur 64 Zoll lang ist, das Gewicht nach Aufhebung der Beschleunigung nur eine einzige Sekunde lang gleichförmig sinken lassen. Durch eine Reihe solcher Versuche würde man finden, was wir oben voraussetzten, dass ungefähr 48 Gr. abgehoben werden müssten. Hätte man dieses gefunden, so würde der Quotient $\frac{9000}{48} = 187,5$ die Höhe des freien Falles für die erste Sekunde in Zollen bestimmen. Diese Methode würde zwar diese Fallhöhe nicht sehr genau geben, weil ein Fehler von einem Gran die gesuchte Fallhöhe ungefähr um $\frac{1}{48}$ (also ungefähr um 4 Zoll,) falsch macht; wiederhohlte man aber den Versuch mit allerlei Abänderungen sehr oft, so würde das Mittel aus allen Resultaten doch das Gesuchte mit hinlänglicher Genauigkeit geben. Man wird vielleicht sagen, dass dieses Verfahren überflüssig sey, da wir aus der Länge des Se-

kundenpendels das Gesuchte leichter und genauer haben können. Allein man weiss theils, dass es nichts weniger als leicht ist, die Länge des einfachen Sekundenpendels genau auszumitteln, theils, dass die Theorie des Pendels nicht ohne höhere Mathematik vorgetragen werden kann, und der Anfänger daher alle Schlüsse, die auf diese Theorie gegründet sind, fast bloss auf Treue und Glauben annehmen muss. Daher kann man gewiss einer Methode, die freie Fallhöhe der ersten Sekunde, die für die ganze Mechanik so wichtig ist, auf einem Wege zu finden, wo man nichts als die ersten Gründe des Rechnens zu wissen nöthig hat, ihren Werth nicht absprechen.

Was die Abweichung meiner Maschine von der Atwoodischen betrifft, so besteht sie in Folgendem:

1. Atwood's Rolle läuft nicht auf Spitzen, sondern ihre Achse ruht auf so genannten Frictionsrädchen, die ich für eine Erfindung unsers Landsmannes Sturm halte. Diese Maschinerie macht die Ausarbeitung der Maschine um sehr vieles schwerer und kostbarer, und macht die Berechnung der bewegten Masse viel zusammengesetzter, ohne dass für das Wesentliche der Versuche das geringste gewonnen wird; denn bei dem Experimentiren entsteht zwischen beiden Einrichtungen nur der Unterschied, dass das Gewicht, welches selbst bei der Atwoodischen Einrichtung wegen der Friction auf-

gelegt werden muſs, etwas kleiner iſt, als bei meiner Einrichtung. Hat indeſſen nur dieſes Gewicht ſeine richtige Gröſse, ſo erfolgen die Verſuche mit gleicher Präciſion, dieſes Gewicht ſey etwas gröſser oder kleiner.

2. An der Atwoodiſchen Maſchine befindet ſich zur Abmeſſung der Sekunden ein vollſtändiges Uhrwerk, mit einem Zifferblatte, und einer Glocke, die bei jedem Pendelſchlage angeſchlagen wird. Ein bloſses Pendel von der einfachſten Art, ſobald es nur hörbar ſchlägt, leiſtet offenbar alles, was man bei dieſen Verſuchen fordern kann.

3. An der Atwoodiſchen Maſchine iſt keine Hemmung angebracht, auch wird das Gewicht, welches ſinken ſoll, bloſs nach dem Augenmaaſse auf den Nullpunkt gebracht und vermittelſt einer mit der Hand untergehaltenen Platte darauf feſt gehalten, bis man es bei einem Pendelſchlage ſinken läſst. Dieſe ganze Einrichtung macht dem Experimentator oft den Mangel einer dritten Hand fühlbar.

4. Auch gehören noch zu den getroffenen Abänderungen die Geſtalt und Einrichtung der Gewichte. Die Atwoodiſchen haben in der Mitte ein Loch, womit ſie auf den Draht der Patellen geſteckt werden, welches das Wechſeln der Gewichte umſtändlich macht. Auch habe ich mehrere, ſowohl runde als lange Gewichte machen laſſen, um die Verſuche mehr abändern zu können.

II.

GALVANISCHE VERSUCHE

und Beobachtungen, die Leitung des Galvanisch-electrischen Fluidums betreffend; angestellt mit einer Voltaischen Säule aus 70 zweizölligen Metallplatten-Paaren von Kupfer und Zink,

von

F. H. Basse

in Hameln.

1. *Leitung durch Metalldrähte.*

Versuch 1. Ich spannte im Freien zwei Eisendrähte, deren jeder 100 Fuss lang war, in gerader Linie so neben einander aus, dass jeder für sich völlig isolirt war. Darauf verband ich den einen Draht mit dem Plus- und den andern mit dem Minuspole der Säule. Schloss ich nun die beiden andern Endspitzen der Drähte durch eine gut ausgeglühte Holzkohle, oder durch ein geschlagenes Goldblättchen, so zeigten sich im Augenblicke der Berührung lebhafte Funken. Geschah die Schliessung der Drähte durch Wasser,*) so entband sich an dem

*) Zu dieser Vorrichtung wählte ich einen Glascylinder von einem Fuss Länge und etwa einem Zoll im Durchmesser. Er war mit Salzwasser

Minusdrahte häufiges Gas in kleinen Bläschen, und die Endspitze des Pluspols wurde stark oxydirt. Nahm ich den einen Draht in den Mund und berührte mit nassen Fingern den andern, so empfand ich Erschütterungen in der Zunge und in den Fingerspitzen, bekam einen sauren metallischen Geschmack und sah helle Blitze vor beiden Augen. Es ereigneten sich also in einer Entfernung von 100 Fuss an den mit der Voltaischen Säule verbundenen Metall-Leitungen alle Erscheinungen, die man an der Säule in ihrer Nähe wahrnimmt.

Versuch 2. Ich vermehrte die Länge eines jeden Drahtes bis auf 2000 Fuss, spannte beide Drähte isolirt neben einander aus und wiederhohlte die vorigen Versuche: die Erscheinungen blieben sich alle gleich.

Versuch 3. Ich verdoppelte noch einmahl die Länge beider Drähte, so dass jeder 4000 Fuss lang war. Es ergaben sich aufs neue die nämlichen Erscheinungen und in eben der Stärke wie zuvor. Fast schien es mir, als wenn die Stärke der Galvanischen Electricität dadurch eher zu- als abgenommen habe.

Da diese Versuche so sehr günstig ausfielen, dass ich vollkommen überzeugt bin, dass, bei übrigens

gefüllt und an beiden Enden mit Kork verstopft. Durch jeden Kork ging ein Silberdraht, deren Endspitzen im Innern des Glases 2 Zoll von einander waren. Diese Vorrichtung will ich bei den folgenden Versuchen der Kürze wegen den *Gasentbindungsapparat* nennen. *B.*

gleichen Umständen, eine Voltaische Säule auch in einer Entfernung von mehrern Meilen die nämlichen Phänomene zeigen werde; so stellte ich diese Reihe von Versuchen für jetzt ein und nahm dagegen eine andere weit wichtigere auf. Ich wünschte nämlich zu erfahren, in wie weit das Galvanische Fluidum sich durch Seen, Flüsse und den Erdboden fortleiten lasse, und in dieser Absicht veranstaltete ich die folgenden Versuche, wobei ich alle meine Erwartungen bei weitem übertroffen fand.

2. *Leitung durch Seen, Flüsse und den Erdboden.*

Versuch 4. Es war in der Mitte des Januars dieses Jahres, als hier alle stehenden Wasser und Flüsse mit starkem Eise belegt waren. Zu den ersten Versuchen wählte ich den hiesigen Stadtgraben, worin das Wasser fast stillstehend ist, zu den übrigen den Weserstrom. Ich begab mich mit der Voltaischen Säule und allem Apparate, den ich brauchte, auf den Stadtgraben, öffnete das Wasser an zwei verschiedenen Stellen, die 500 Fuss von einander entfernt waren, stellte meine Voltaische Säule neben die eine Oeffnung im Eise, und liess den Draht vom Minuspole derselben einen Fuss tief unter das Eis hinabgehn. Darauf befestigte ich an dem Pluspole einen Eisendraht, der 500 Fuss lang war und bis an die zweite Oeffnung im Eise reichte. Um ihn isolirt zu erhalten, und zu verhindern, dass er sich bei seiner Länge nicht auf das Eis hinabsenkte,

hatte ich hin und wieder ein Loch in das Eis gebohrt und tännene Stangen hineingesteckt, an welchen ich den Draht in 6 Fuss Höhe festband. Ich stellte mich nun auf ein Isolatorium mit Glasfüssen, nahm die Endspitze des Pluspoldrahts in den Mund, und berührte mit der Hand das Wasser des Stadtgrabens, worauf ich augenblicklich Erschütterungen in der Zunge und in den Fingerspitzen, einen sauren metallischen Geschmack, und Blitze vor beiden Augen verspürte. Ich befestigte hierauf den Pluspoldraht an einem kleinen Glasstäbchen so, dass die Endspitze des Drahts einen Zoll lang frei war, setzte dann eine leere, trockne zinnerne Schale unmittelbar auf das Wasser in der zweiten Oeffnung des Eises, legte einige ausgebrannte Kohlen darein, und berührte diese, indem ich den Glasstab in die Hand nahm, mit der Endspitze des Pluspoldrahts. Es zeigten sich bei jedesmahliger Berührung kleine, aber sehr sichtbare Funken. Das Nämliche geschah auch, wenn ich an die Spitze des Pluspoldrahts ein Goldblättchen klebte und mit diesem die zinnerne Schale an einer trocknen Stelle berührte. Brachte ich die Silberdrähte des Gasentbindungsapparats mit dem Wasser des Stadtgrabens und dem Plusdrathe der Voltaischen Säule in Verbindung, so entwickelte sich am Silberdrahte, nach der Seite des Wassers oder des Minuspols der Säule zu, Gas in häufigen kleinen Bläschen; sie erfolgten aber erst, nachdem die beiden Silberdrähte schon eine volle Minute mit beiden Polen der Säule in Verbindung

gewesen waren. Am Plus-Silberdrahte bemerkte ich keine Gasentbindung, wohl aber oxydirte sich die Spitze desselben.

Versuch 5. Von hier begab ich mich mit meinen Instrumenten auf die Weser, um dort diese Versuche von neuem und vergrösert anzustellen. Einige Schritte vom Ufer öffnete ich das Eis, stellte meine Säule neben die Oeffnung und verband den Draht des Minuspols mit der Weser. An dem entgegengesetzten Ufer der Weser, in einer Entfernung von 500 Fuss vom Standorte der Säule, öffnete ich das Eis abermahls, zog einen isolirten Eisendraht von dem Pluspole der Säule quer über die Weser bis an diese Oeffnung, und wiederhohlte nun alle Versuche, die ich auf dem Stadtgraben angestellt hatte. Die Erscheinungen waren denen, die ich dort beobachtet hatte, vollkommen gleich.

Versuch 6. Ich trug nun meine Säule auf die Mitte der Weser, öffnete sie, und liess den Minusdraht der Säule einen Zoll tief ins Wasser reichen. Dann befestigte ich an dem Pluspole einen Eisendraht, der 4000 Fuss lang war. Den Draht hatte ich auf einen Haspel gewickelt, mit dem ich den Fluss hinaufging. Von 50 zu 50 Fuss bohrte ich ein Loch in das Eis, und steckte eine hölzerne Stange hinein, woran ich dann den Draht festband, damit er sich nicht auf das Eis senkte. Am Ende des Drahtes, mithin in einer Entfernung von 4000 Fuss vom Standorte der Säule, machte ich eine Oeffnung ins Eis. Die vorhin beschriebenen Versuche

wurden hier von mir sämmtlich und oft wiederhohlt. Meine Begleiter sowohl als ich erstaunten, als wir auch in dieser Entfernung alle jene Phänomene wiedersahen und empfanden. Man erwäge nur, dass ich gegen den Strom zu operirte, und man wird gleichfalls mit mir erstaunen. Ich machte die Versuche in allen möglichen Richtungen, fand aber keine Aenderung in den Resultaten.

Jetzt, da die Weser ganz vom Eise befreiet, aber vom Wasser sehr hoch angelaufen ist, habe ich jene Versuche im Kleinen und Grossen zu mehrern Mahlen wiederhohlt und meine Wahrnehmungen aufs neue vollkommen bestätigt gefunden. Funken und Commotionen waren bei den letzten Versuchen grösser, als bei den ersten. Ich leite dieses von der höhern Temperatur der Atmosphäre und des Wassers ab. Bei jenen Versuchen stand das Reaumurische Thermometer auf — 10°, bei diesen aber auf + 10°. Vorzüglich merkwürdig ist folgender Versuch:

Versuch 7. Mitten in der Weser, nahe an der Stadt, liegt eine kleine Insel, der *Werder* genannt, worauf sich die Schleuse zur Durchfahrt der Schiffe befindet. Die Weser wird durch sie in zwei Arme getheilt, die sich unterhalb der Insel wieder vereinigen. Sie ist etwa 1500 Fuss lang und 400 Fuss breit. Auf diese Insel liess ich meine Galvanischen Instrumente bringen, begab mich mit einigen Freunden dahin, und errichtete auf der Mitte derselben, hart an dem einen Ufer, meine Voltaische Säule, deren Minusdraht wieder in die Weser hin-

abgeleitet wurde. Der Plusdraht, der lang genug war, um über die Breite der Insel bis zum andern Arme der Weser zu reichen, wurde dann bis dahin ausgespannt und durch einige hölzerne Stangen von der Erde isolirt. Hier wiederhohlte ich nun die mehr beschriebenen Versuche und fand die Resultate mit den vorhergehenden genau übereinstimmend. Das Galvanisch-electrische Fluidum machte also hier einen Weg von mehr als 1500 Fuss, theils mit dem Strome, theils gegen denselben, weil es sich erst um die Spitze der Insel bewegen musste, ehe es an die Stelle kam, an der ich stand.

Versuch 8. Folgende Versuche wurden an 2 Brunnen angestellt, deren einen ich *A*, den andern *B* nennen will. Sie sind 200 Fuss von einander entfernt und beide 21 Fuss tief. Hart neben den Brunnen *A* stellte ich meine Voltaische Säule, befestigte an ihrem Minuspole einen 22 Fuss langen Eisendraht, dessen andres Ende mit einer 6 Loth schweren bleiernen Kugel versehn war, und senkte dasselbe durch Hülfe dieser Kugel in den Brunnen hinab. Jetzt begab ich mich zum Brunnen *B*, senkte auch hier durch Hülfe einer Kugel einen Eisendraht in das Wasser desselben, isolirte ausserhalb des Brunnens diesen Draht, und leitete ihn bis zum Brunnen *A*, wo die Voltaische Säule stand. Nun musste also durch den in das Wasser des Brunnens *A* gesenkten 22 Fuss langen Eisendraht, durch das Wasser dieses Brunnens selbst und durch die Erde, der Eisendraht, den ich aus dem Brunnen *B* nach *A* zurück-

rückgeleitet hatte, mit der negativen Seite der Säule in leitender Verbindung stehen, welches ich ausdrücklich erwähne, damit man mich nicht unrecht verstehen möge. Ich liefs mir nun zwei zinnerne Schalen mit warmem Waffer, worin einiges Kochsalz aufgelöst war, geben, stellte beide auf ein Isolatorium mit Glasfüfsen und dieses neben die Voltaische Säule, und verband dann die eine Schale mit dem Pluspole der Säule, die andere mit dem Drahte des Brunnens *B*. Darauf benäfste ich beide Hände und legte in jede Schale eine Hand. So oft ich eine beider Hände aus dem Waffer zog und fie wieder in daffelbe tauchte, empfand ich Commotionen; gerade fo gelang der Verfuch den übrigen anwesenden Perfonen. Ich befestigte nun an dem Plusdrahte eine Holzkohle, legte fie auf das Isolatorium und berührte fie mit der Endfpitze des Drahtes von dem Brunnen *B*. Bei jedesmahliger Berührung entstanden kleine, aber fehr helle Funken. Schlofs ich beide Drähte durch den Gasentbindungsapparat, fo entband fich an der Minusfeite nach Verlauf von einer bis zwei Minuten häufiges Gas. Daffelbe bemerkte ich aber nicht an der Plusfeite.

Nun band ich den Draht des Brunnens *B* an den Pluspol der Säule, ging hinüber zu diesem Brunnen, und zog das andere Ende des Drahts fammt der Kugel aus demfelben. Sobald der Draht das Waffer und die Erde nicht mehr berührte und ich ihn frei in der Hand hielt, empfand ich in derfelben ein beständiges Prickeln. Ich steckte daher eine Stange in die

Erde und befestigte den Draht an derselben, ohne dass er aber die Erde berühren konnte. Berührte ich nun denselben mit nassen Fingern, so erfolgten Commotionen. Geschah die Berührung mit der Zunge, so war die Empfindung schmerzhaft und mit Blitzen vor beiden Augen begleitet. Man erwäge, dass hier nur allein von dem Plusdrahte der Voltaischen Säule die Rede ist und mein Körper nur durch die Erde mit dem Minuspole in Verbindung war. Bemerklich muss ich indess machen, dass es den Tag zuvor geregnet hatte, als ich diese Versuche anstellte. Die Erde war davon noch sehr feucht und an mehrern Stellen stand Wasser, dadurch wurden meine Schuhe feucht und dienten meinem Körper zur Leitung des Galvanischen Fluidums. Ich wechselte hierauf mit den Polen und den Drähten der Säule. Die Erscheinungen blieben sich vollkommen gleich.

Versuch 9. Zu den folgenden Versuchen wählte ich eine grosse Wiese, die gegen 3000 Fuss lang und fast eben so breit ist. An ihrer einen Seite ist sie mit einem 12 Fuss breiten Graben versehen, der zur Zeit ganz mit Wasser angefüllt war. Ich liess mir durch meinen Gehülfen mehrere lange tännene Stangen, (*Vietsbohnen - Stiefeln,*) bringen und steckte hart am Ufer des besagten Grabens eine solche Stange in die Erde. Von dieser Stange ab ging ich in gerader Linie über die Wiese zu dem Gartenhause eines an die Wiese grenzenden Gartens, und steckte unterweges immer von 50 zu 50

Fuſs eine Stange in die Erde. An der Pfoſte eines Fenſters im Hauſe befeſtigte ich einen Eiſendraht, und leitete ihn bis zu der letzten Stange, die am Graben ſtand. An dieſer befeſtigte ich ihn in 6 Fuſs Höhe und band ihn alsdann auch in eben dieſer Höhe an allen übrigen tännenen Stangen feſt, damit er ſich nirgends auf die Erde ſenken, noch ſie berühren könnte. Ich ſtellte nunmehr die Voltaiſche Säule neben den Graben, und ſetzte vermittelſt eines kurzen Drahtes das Waſſer deſſelben mit dem Minuspole, und das Ende des vom Gartenhauſe hergeleiteten Drahtes mit dem Pluspole der Säule in Verbindung. Darauf begab ich mich mitten auf die Wieſe und berührte hier den ausgeſpannten Draht mit naſſen Fingern: ich empfand merkliche Erſchütterungen. Noch weit heftiger wurden dieſe aber, wenn ich einen ſilbernen Löffel in die *naſſe* Hand nahm und damit den Draht berührte. Die Berührung des Drahtes mit der Zunge war zu ſchmerzhaft und wurde ganz unerträglich, wenn ſie durch den Löffel, den ich in den Mund nahm, vermittelt wurde. Klebte ich ein Goldblättchen an den Löffel und berührte damit den Draht, ſo ſah ich helle Funken. Das Nämliche geſchah auch mit einer trocknen Holzkohle. Dieſe Bemerkungen dienten mir zum Beweiſe, daſs die Erde unter mir überall poſitiv-Galvaniſch ſeyn muſste. *) In dem Gartenhauſe ſelbſt machte ich

*) Bemerklich muſs ich hier machen, daſs die Erde das Galvaniſche Fluidum um ſo beſſer leitet,

folgende Versuche. Ich stellte mitten ins Zimmer einen Tisch, auf diesen zwei zinnerne Schalen, die ich durch Glasscheiben isolirte. Beide waren auf die Hälfte mit warmem Wasser, worin eine gute Hand voll Kochsalz aufgelöst war, angefüllt. An die eine Schale knüpfte ich das Ende des Plusdrahtes der Säule, das zuvor an der Fensterpfoste befestigt war. Die zweite Schale verband ich mit einem andern Drahte und führte ihn zu einem andern Fenster hinaus bis auf die Erde. Hier grub ich ein Loch in dieselbe, legte das Ende des Drahtes hinein und bedeckte es mit Erde. Tauchte ich nun in jede Schale eine Hand, so empfand ich beträchtliche Erschütterungen in beiden Händen. Noch heftiger waren sie aber, wenn ich einen Draht von der Schale losmachte, ihn an einen silbernen Löffel knüpfte, meine Hände in beide Schalen legte, und nun durch eine zweite Person die freie Schale ausserhalb mit dem Löffel berühren liess. Eine Gesellschaft von Damen, die im Zimmer zugegen waren, amüsirte sich auf diese Art eine Zeit lang und wohnte auch zum Theil den andern Versuchen bei. Ich nahm die Schalen weg und schloss die Endspitzen beider Drähte durch eine trockne Holzkohle: es entstanden augenblicklich hell leuchtende Funken, und ver-

je feuchter sie im Innern und auf ihrer Oberfläche ist. Ist sie da, wo man experimentiren will, trocken, so muss man die Stelle, wenn der Versuch gelingen soll, zuvor stark mit Wasser begiessen. *B.*

gröſserten ſich, je dünner die Endſpitzen der Drähte waren. In dem Gasentbindungsapparate entwickelte ſich an der Minusſeite viel Gas, an der Plusſeite aber gar nichts. Ich lieſs nun die Voltaiſche Säule vor dem Graben wegnehmen und einige Schritte vom Ufer ſtellen. Des Plusdrahts Ende wurde einige Zoll tief in die Erde geſteckt, und dann wiederhohlte ich die Verſuche. Deſſen ungeachtet fand ich keine Abnahme des Galvanismus: Erſchütterungen, Funken und Gasentbindung waren eben ſo ſtark und anhaltend als zuvor.

Dieſe intereſſanten Beobachtungen bieten uns mancherlei Stoff zu Betrachtungen über die Natur des Galvanismus dar, und laſſen uns mit vielem Grunde manchen Aufſchluſs über Naturerſcheinungen hoffen, die bis jetzt für uns mit einem undurchdringlichen Schleier umhüllt ſind. Sie beweiſen zugleich, daſs ſich das Galvaniſch-electriſche Fluidum auf eine unglaubliche Weite, ſowohl durch die Erde als durch das Waſſer fortleiten läſst; Weiten, für die ſich ſchwerlich Grenzen angeben laſſen.

Die Fortſetzung dieſer Verſuche, ſo wie einen andern längſt verſprochnen ſehr merkwürdigen Beitrag zur Kenntniſs des Galvanismus, hoffe ich im nächſt folgenden Stücke dieſer Annalen mittheilen zu können.

III.

Ueber die vom Himmel gefallnen Steine,

vom

Dr. Olbers
in Bremen. *)

Schon 1795 hatte Herr Dr. Olbers in einer Vorlesung, die er in dem Museum zu Bremen über den sogenannten Steinregen zu Siena hielt, die Idee geäusert: „Es sey nicht ganz unmöglich, daſs zuweilen schwere Massen von andern Weltkörpern, besonders vom Monde, auf unsre Erde geschleudert werden könnten.“ Die Sieneser Steine erklärte er zwar damahls noch für Auswürfe des Vesuvs, da die Wurfgeschwindigkeit, welche nöthig war, sie 60 geogr. Meilen zu treiben, sich durch Rechnungen nicht so groſs fand, daſs man sie von den ungeheuren, in dem berstenden Berge wirkenden Kräften nicht noch gröſser hätte erwarten können; unbezweifelte Beispiele andrer aus der Luft gefallnen, gewiſs nicht vulkanischen Steine, besonders des berühmten Steins, der 462 Jahr vor Christi Geburt bei Aegos Potamos herunterfiel, **) hatte ihn

*) Im Auszuge aus des Obersten Freyherrn v. Zach *monatl. Correspondenz*, Febr. 1803, S. 148 f. *d. H.*

**) Plinius l. 2, cap. 58, n. 59; vergleiche auch Struyk und Pingré, *Cometographie*, t. 1, p. 256. *Olb.*

indeſs ſchon damahls zur Unterſuchung der Frage veranlaſst, ob es ganz unmöglich ſey, daſs von andern Weltkörpern, beſonders vom Monde, ſchwere Körper auf die Erde geworfen werden können. Seitdem iſt es durch Howard's Unterſuchungen auſser Streit geſetzt worden, daſs auch die Sieneſer Steine zu denen gehören, die gewiſs keine Produkte unſrer Vulkane ſeyn können, und doch unter einer gewitterähnlichen Exploſion und faſt immer von dem Meteore begleitet, das wir eine Feuerkugel nennen, auf die Erde herabgefallen ſind; ein Phänomen, wovon ſich bloſs aus dem vorigen Jahrhundert wenigſtens 14 bis 15 erwieſene Beiſpiele anführen laſſen.

Um dieſe Frage im Allgemeinen beurtheilen zu können, nahm Herr Dr. Olbers anfangs an, Erde und Mond ſeyen unbeweglich gegen einander; ein ſchwerer Körper werde von der Erde gegen den Mond geworfen, und habe in der Entfernung x vom Mittelpunkte der Erde eine Geſchwindigkeit v. Der Abſtand beider Weltkörper von einander ſey a, der Halbmeſſer der Erde r, des Mondes ϱ, die Maſſe der Erde T, des Mondes L, und für $x = r$ ſey die Geſchwindigkeit c. Nun iſt in der Entfernung x die anziehende Kraft der Erde auf den Körper $\frac{T}{x^2}$, des Mondes auf den Körper $\frac{L}{(a-x)^2}$ und zugleich die anziehende Kraft des Mondes auf die Erde $\frac{L}{a^2}$. Folglich iſt die ganze Beſchleunigung, welche der Körper in dieſer Entfernung lei-

det, so fern sie ihn von der Erde zu entfernen strebt,

oder $\frac{dv}{dt} = -\frac{T}{x^2} + \frac{L}{(a-x)^2} - \frac{L}{a^2}$

und da $v = \frac{dx}{dt}$ ist,

$$v \,.\, dv = -\frac{T.dx}{x^2} + \frac{L.dx}{(a-x)^2} - \frac{L.dx}{a^2}$$

also $\frac{1}{2}v^2 = \frac{T}{x} + \frac{L}{a-x} - \frac{Lx}{a^2} + Const.$

Die *Const.* bestimmt sich daraus, dass für $x = r$ $v = c$ seyn soll, und so wird

$$\frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{2}c^2 - \frac{x-r}{xr}T + \frac{x-r}{(a-x)(a-r)}L - \frac{x-r}{a^2}L.$$

Will man nun zuerst vom Einflusse des Mondes ganz absehn, so wird $L = 0$, und in diesem Falle ist v nur dann eine mögliche Grösse, wenn $\frac{1}{2}c^2 > \frac{x-r}{xr}T$ ist. Soll die Masse nie auf die Erde zurückfallen, sondern sich bis ins Unendliche von ihr entfernen, so wird x unendlich, und jene Bedingung verwandelt sich in diese: $\frac{1}{2}c^2 > \frac{T}{r}$, oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}}$. Soll die Masse bis zu einer Höhe $x = br$ steigen, so muss $\frac{1}{2}c^2 > \frac{b-1}{br}T$ oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}} \,.\, \sqrt{\frac{b-1}{b}}$ seyn. Um diese Geschwindigkeiten für die Erde berechnen zu können, bemerke man, dass die Schwere an der Oberfläche der Erde $\frac{T}{r^2}$ ist, und dass die beschleunigenden Kräfte durch die Geschwindigkei-

ten gemessen werden, die sie in einer Sekunde mittheilen können. Diese ist an der Erde $2g$, wenn g die Fallhöhe in der ersten Sekunde bedeutet. Also ist $\frac{T}{r^2} = 2g$ und $2T = 4gr^2$. Folglich ist die Geschwindigkeit, mit der ein vertikal geworfner Körper sich bis ins Unendliche von der Erde entfernen wird, $c > 2\sqrt{rg}$. Nach La Place's Annahme ist für die Polhöhe, deren Sinus $= \sqrt{\frac{1}{3}}$ ist, $r = 3269093$ Toisen und $g = 15{,}114$ par. Fuſs. Daraus findet sich $c > 34435{,}7$ par. Fuſs. Wenn man also einem schweren Körper auf der Oberfläche der Erde eine gröſsere vertikale Geschwindigkeit als 34435,7 par. Fuſs geben könnte, und die Luft diesem Körper nicht widerstünde, so würde er nicht auf die Erde zurückfallen, sondern sich bis ins Unendliche von ihr entfernen. — Unsre Kanonenkugeln haben vielleicht zuweilen eine Geschwindigkeit von 1800 bis 2000 Fuſs, (*Mém. de Paris*, 1769, p. 247.) und aus den Vulkanen unsrer Erde mögen vielleicht schwere Massen mit einer 4 bis 5 mahl gröſsern Geschwindigkeit geschleudert werden. Bedenkt man dabei den ausnehmenden Widerstand, den die Luft geworfnen Körpern leistet, so kann man es als ganz unmöglich ansehn, daſs schwere Körper wirklich jemahls ganz von der Erde sollten weggeschleudert werden.

Ganz anders verhält es sich mit dem *Monde*. Ist die Fallhöhe eines schweren Körpers auf der Oberfläche desselben in der ersten Sekunde γ; so ist,

da $\varrho = \frac{3}{11} r$ und nach La Place's neueſter Beſtimmung $L = \frac{T}{68,5}$ iſt, $\gamma = g \cdot \frac{1}{68,5} \cdot \left(\frac{11}{3}\right)^2$, und daher die Geſchwindigkeit, mit der auf der Oberfläche des Mondes ein Körper vertikal geworfen werden muſs, um ſich bis ins Unendliche vom Monde zu entfernen, $c > 2 \cdot \sqrt{\varrho \gamma} = \sqrt{\frac{4 g r \cdot 11}{205,5}}$ $= 7967,08$ par. Fuſs.

Man kann annehmen, der vom Monde gegen die Erde geworfne Körper werde von beiden Weltkörpern gleich ſtark angezogen, wenn $\frac{T}{x^2} = \frac{L}{(a - x)^2}$, alſo $x = \frac{a}{1 + \sqrt{\frac{L}{T}}}$ iſt. Setzen wir in der Erdnähe $a = 56 r$, ſo wird hiernach $x = 49,964 r$ und $a - x = 6,036 \cdot r = 22,13 \cdot \varrho$. Und bis zu dieſer Höhe wird der Körper ſich erheben, wenn er vom Monde mit einer Geſchwindigkeit $> 7967,08 \cdot \sqrt{\frac{21,13}{22,13}}$ $= 7785$ par. Fuſs nach der Erde zu geſchleudert wird. Da ihn indeſs die Erde auf dieſem Wege beſchleunigt, ſo wird dazu eine noch etwas geringere Geſchwindigkeit hinreichen, nämlich eine Geſchwindigkeit, welche, nach den beiden letzten Theilen der gegebnen Formel berechnet, um 4,845 par. Fuſs kleiner ſeyn kann, alſo nur 7780,16 par. Fuſs zu betragen braucht.

Hieraus erhellet, daſs, wenn ſchwere Maſſen auf dem Monde mit einer vertikalen Geſchwindigkeit von 7800 bis 8000 Fuſs ausgeworfen würden, einige derſelben unter gewiſſen Umſtänden die Erde erreichen und auf ſie niederfallen könnten. Eine ſolche Geſchwindigkeit ſchien Herrn Dr. Olbers ſehr denkbar zu ſeyn, da die Oberfläche des Mondes durch die dort neu entſtehenden Crater von gewaltſamen Exploſionen zeugt, und es ſchien ihm daher nicht ganz unmöglich, daſs die Steine oder Maſſen, die man aus der Luft hat herabfallen ſehn, und die von den Mineralien unſrer Erde ſo verſchieden, unter ſich aber ſo ähnlich ſind, aus dem Monde herabgeſchleudert ſeyn könnten.

„Allein," fährt Herr Dr. Olbers fort, „von der andern Seite wird es doch groſse Schwierigkeiten haben, wenn man im Ernſte jene aus der Luft gefallnen Steine als vom Monde hergeſchleudert anſehn will. Bei obigen Rechnungen haben wir auf die Bewegung des Mondes um die Erde keine Rückſicht genommen. Ziehn wir dieſe mit in Betracht, ſo erhellt, daſs die vom Monde mit einer ſenkrechten Geſchwindigkeit von 8000 Fuſs und drüber ausgeworfnen Körper, weil ihnen zugleich die Bewegung des Mondes nach der Richtung der Tangente ſeiner Bahn im Augenblicke des Wurfs eingedrückt iſt, ſobald ſie ſich vom Monde ſo weit entfernt haben, daſs er ſie ungleich ſchwächer als die Erde anzieht, ſich in einem Kegelſchnitte um die Erde bewegen werden, und daſs der Mond ſie in dieſer

Bewegung mehr oder weniger perturbiren wird. Nach Verschiedenheit der Richtung und der Wurfgeschwindigkeiten kann dieser Kegelschnitt eine Hyperbel, (wozu jedoch eine ganz ungeheure Wurfgeschwindigkeit erfordert würde,) oder eine Ellipse seyn. Um auf die Erde zu fallen, müſste er eine Ellipse beschreiben, deren Perigeum innerhalb des Erdkörpers, oder wenigstens innerhalb der Erdatmosphäre läge; dazu gehört aber ein sehr bestimmtes Verhältniſs der Richtung und der Wurfgeschwindigkeit des schweren Körpers, weshalb nur sehr wenige der Massen, die der Mond etwa ausschleuderte, auf die Erde fallen können. So müſste der Mond nach und nach eine groſse Verminderung seiner Masse leiden; denn er müſste sehr viele Steine ausschleudern, damit nur zuweilen einige davon auf die Erde fallen könnten. Und würden dann nicht unzählige andre solche schwere Theilchen als kleine Trabanten um die Erde laufen? Müſsten diese nicht zum Theil in unsern lichtstarken Teleskopen sichtbar werden, da Feuerkugeln oft von beträchtlicher Gröſse sind, und die Beobachtungen der Ceres und Pallas uns gezeigt haben, daſs wir Körper, die von der Sonne erleuchtet sind, noch unter auſserordentlich kleinen scheinbaren Durchmessern sehn können? Oder sind vielleicht diejenigen *Sternschnuppen*, die offenbar cosmischen Ursprungs sind, (gewiſs sind die Sternschnuppen unter sich wesentlich verschieden,) solche kleine Erdtrabanten? Gehört der kleine matt

glänzende Lichtpunkt, den unser vortrefflicher Schröter einst im Schlangenträger durch das Feld seines Fernrohrs streichen sah, vielleicht auch hierher? Diese Schwierigkeiten, andrer nicht einmahl zu gedenken, die aus der speciellen Untersuchung aller Umstände beim Herabfallen jener Steine herrühren, scheinen mir sehr wichtig und schwer zu heben zu seyn."

„Ich bin also noch gar nicht der Meinung, dass die zu Zeiten aus der Luft fallenden Steine als Auswürfe von *Monds - Vulkanen* anzusehn sind, und eben so wenig will das der grosse La Place behaupten. Seine und meine Absicht war nur, die Physiker bei ihren Nachforschungen über diesen sonderbaren und merkwürdigen Gegenstand, der sie noch lange beschäftigen wird, auch an die *Möglichkeit* eines *selenitischen* Ursprungs jener Massen zu erinnern. Gewiss wird mit mir jeder Liebhaber der Naturkunde wünschen, dass es dem scharfsinnigen Chladni gefallen möge, uns bald mit einer neuen Ausgabe seiner Schrift über den Ursprung der sibirischen von Pallas gefundnen Eisenmasse zu beschenken, zu der es ihm, nach Benzenberg's und Brandes Beobachtungen über die Sternschnuppen, nach Howard's chemischen Untersuchungen, und nach so vielen neuern dahin gehörigen Ereignissen, an wichtigen Zusätzen nicht fehlen kann."

IV.

SCHREIBEN

vom Dr. Benzenberg *in Hamburg an Dr.* Olbers *in Bremen über die Frage: Sind die Sternschnuppen tellurischen oder cosmischen Ursprungs?*

Ich erhielt heute das Februar-Stück der monatlichen Correspondenz, und darin Ihre Abhandlung über die aus der Luft gefallnen Steine. Da sie darin meiner und meines Freundes Brandes und unsrer Beobachtungen über die Sternschnuppen erwähnen, so bin ich so frei, Ihnen meine Ideen über die Frage: ob die Sternschnuppen tellurisch oder cosmisch sind, mitzutheilen.

Dass sie wohl cosmisch seyen und beim Durchgange durch unsre Atmosphäre auf irgend eine Weise Lichtentwickelungen einleiten möchten, — das war meine erste Idee *im Anfange* unsrer Beobachtungen. Wäre diese Hypothese die richtige, so hätten wir Hoffnung gehabt, bald etwas Zusammenhängendes aus unsern Beobachtungen der Sternschnuppen folgern zu können, da dann wenigstens das Gesetz ihrer Bewegung bekannt gewesen wäre. Als sich aber nachher bei der Berechnung zeigte, dass die Bahnen derselben nach allen Richtungen gingen, (die steilrechte nicht ausgeschlossen,) und als sich fand, dass dieser Trabanten periodenweise

oft 100 in der Stunde, und dann einmahl alle zwei Stunden nur Einer, beobachtet wurden, sah ich mich genöthigt, diese Vorstellungsart aufzugeben.

Die Standlinie bei diesen Beobachtungen war freilich klein und die Fehlergrenze groſs, aber doch nicht so beträchtlich, daſs ich nicht mit Sicherheit behaupten könnte, daſs einige der beobachteten Sternschnuppen beträchtlich gestiegen sind, und zwar so, daſs, wenn sie cosmisch wären, sie vorher durch die Erde durchgemuſst hätten. Nachher haben wir auch bei der Standlinie von 14 Meilen Sternschnuppen beobachtet, die stiegen; und obschon dieses nicht so viel war, daſs man daraus hätte schlieſsen können, daſs sie die Erde vorher hätten schneiden müssen, so blieb es doch völlig unerklärbar, warum ihre Lichtentwickelung erst anfing, nachdem sie schon so lange durch unsre Atmosphäre durchgegangen waren, und warum sie aufhörte, als sie am stärksten war, und die Verdünnung der Luft nur sehr wenig konnte zugenommen haben.

In der Nacht, als unser Freund Brandes am 5ten Theile des Himmels 480 Sternschnuppen sah, waren über 2000 über seinem Horizonte. Wie viel waren in der Nacht über Deutschland? wie viel über Europa? und wie viel über der übrigen Erde? Ich sehe nicht ein, wie man diese Tausende anders als aus Zersetzungen in unsrer Atmosphäre erklären will, die wir hier unten vielleicht nie kennen lernen, weil sie in einer Gegend vorfallen, wo die Luft 82000 mahl dünner ist, als bei uns, und wo

die Temperaturen vielleicht nahe am absoluten Null liegen.

Man kann sagen: „Vielleicht waren 10, oder 20, oder 100 unter diesen 2000 cosmisch."

Es wird vielleicht noch lange dauern, ehe wir in unsern Kenntnissen hierüber so weit werden fortgerückt seyn, dass man dieses wird bejahen oder verneinen können. Allein ich denke, wenn man 1900 für Atmosphärilien halten muss, so kann man auch wohl das letzte Hundert so lange dazu nehmen, als man von diesen noch keine *wesentlichen* Unterschiede in Hinsicht ihrer Grösse, ihrer Geschwindigkeit, ihrer Bahnen und ihres Ansehns angeben kann.

Die, welche Sie vorigen Sommer in dem Felde Ihres Fernrohrs verschwinden sahen, war wohl tellurisch, da Sie sie vermuthlich mit blossem Sonnenlichte erleuchtet, noch hätten weiter ziehen sehen, als ihre Lichtentwickelungen, die unsre Atmosphäre veranlasste, schon aufgehört hatten; vorausgesetzt, dass sie nicht zu tief im Erdschatten war, um noch von der Sonne erleuchtet zu werden.

Auch scheint mir das periodenweise Kommen der Sternschnuppen, wo Monate lang so viele sind, und dann wieder Monate lang fast gar keine, ein sehr starker Beweis für ihre meteorologische Genesis zu seyn. Hierzu kommt noch der Umstand, dass, wenn viele sind, sich auch immer viele von der ersten Grösse darunter befinden, indess, wenn nur wenige erscheinen, diese wenigen fast immer nur kleine

klein sind. Jene Prozesse scheinen also, wenn sie häufig sind, auch sehr stark zu seyn. Nähme man an, dass wenigstens die Hälfte der Sternschnuppen cosmisch wäre, so liesse sich hiervon gar kein Grund angeben.

Die Sternschnuppen, die wir zu Tausenden in einer Nacht beobachten, sind, vielleicht mit sehr wenig Ausnahmen, kaum 30 Meilen von der Erde entfernt. Wenn sie cosmisch wären, so liesse sich keine Ursach angeben, warum die Erdnähe von allen in unsrer Atmosphäre liegen sollte. Es müssten dann noch Millionen um die Erde herumgehen, die keine Lichtentwickelungen zeigten, aber doch von der Sonne beschienen, in unsern Fernröhren und Kometensuchern sichtbar seyn, und sie unaufhörlich durchkreuzen müssten. Auch würden von den Millionen Sternschnuppen, wenn auch nur ⅓ cosmisch wäre, doch sehr viele die Erde schneiden müssen, und die Fälle, wo sie auf die Erde niederfielen und gefunden würden, müssten sehr häufig seyn, vorzüglich da sie eben so gut bei Tage auf die Erde fallen könnten, wie bei Nacht. Ihre Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde sichert sie zwar vor der Anziehungskraft der Erde und vor dem Widerstande der Luft, wenn sie nur in einer Höhe von einigen Meilen die Atmosphäre schneiden; aber wenn sie tiefer gingen, so wäre vielleicht der blosse Widerstand der Luft im Stande, eine Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde zu zerstören. Denn obschon das Gesetz

des Widerstandes der Luft uns unbekannt ist, so ist doch so viel auf jeden Fall sicher, dass die Reihe, nach der er mit der Geschwindigkeit wächst, sehr stark steigt.

Das Lichtpünktchen, welches Herr Oberamtmann Schröter durch das Feld seines Fernrohrs gehen sah, *kann* eine 600 Meilen entfernte cosmische Sternschnuppe gewesen seyn. Aber fast eben so gut konnte es eine kleine atmosphärische seyn, die nur 5 Meilen entfernt war. Denn hierbei beruht alles auf der *einen* Sekunde, die sie zum Durchgehen gebrauchte, und auf der Neigung der Bahn gegen die Sehelinie, wobei es zwar 6mahl so wahrscheinlich ist, dass man bei der Annahme von 45° einen sehr kleinen Fehler begeht, als einen sehr grossen, wobei aber doch noch alles beinahe völlig unentschieden bleibt, so lange man nicht mehrere beobachtet hat, die eben so langsam einen Raum von 15 Minuten durchlaufen.

Alle diese Gründe bestimmen mich, die Legionen von Sternschnuppen, die wir beobachten, für Meteore unsrer Atmosphäre zu halten, unter denen, wenn auch die eine oder andere cosmisch seyn sollte, wir das doch *nicht wissen*. Gehören aber die Sternschnuppen zur Meteorologie, so gehören sie in ein Feld des menschlichen Wissens, welches mit Finsterniss bedeckt ist, und in dem *meinen* und *irren* fast gleich bedeutend sind.

Unsre Beobachtungen hatten gezeigt, dass sie weit jenseits der Grenze unsrer gewöhnlichen Me-

teore sind, und dass sie nur das einzige Nordlicht, (dessen Natur eben so räthselhaft wie die der Sternschnuppen ist,) zum Grenznachbar haben.

Sobald dieses entschieden war, blieb keine Aussicht, etwas Zusammenhängendes über diese räthselhaften Phänomene zu sagen, bis man nicht wenigstens 100 vollständige Beobachtungen über ihre Bahnen, ihre Entfernung und ihre Geschwindigkeit beisammen haben wird. Es bleibt freilich noch zweifelhaft, ob sich selbst mit 100 Beobachtungen etwas über die Sternschnuppen werde ausmachen lassen, aber das läſst sich mit Sicherheit voraussehn, dass man dann werde entscheiden können, ob sich diese Phänomene überall aus unsrer *warmen Thalchemie* werden erklären lassen. *)

Indess war es bis jetzt noch nicht möglich, diese 100 Beobachtungen zu erhalten. Sie wissen wie sehr die Schwierigkeiten und die Fehlschlagungen wachsen, sobald der Beobachter nur wenige und diese nicht gehörig durch Gehülfen unterstützt sind. Sie wissen, wie wenig Unterstützung unsre Bemühungen fanden, eine allgemeine Verabredung unter einer Anzahl Beobachter zu Stande zu bringen, und wie dadurch, dass der Herausgeber eines sehr gelese-

*) Diesen Ausdruck gebrauchte Lichtenberg in dem Briefe, den ich am Ende meiner Abhandlung über die Längenbestimmung durch Sternschnuppen habe abdrucken lassen. Dieser Lichtenbergische Brief ist wohl das Beste, was bis jetzt über die Sternschnuppen ist geschrieben worden. *B.*

nen Journals unsre Beobachtungszeiten *nicht aufnahm*, — mehrere Beobachter diese gar nicht erfuhren.

Bei künftigen Beobachtungen wird es nothwendig seyn, die Sternschnuppen nach ihrem Ansehn zu classificiren, damit man etwas bestimmtes habe, an das man die Wahrnehmungen anknüpft.

Zur *ersten Klasse* gehören die von der ersten und zweiten Grösse, bei denen man deutlich eine Kugel unterscheidet, welche vor dem Schweife hergeht. Hinter der Kugel ist gewöhnlich eine leere Stelle von ⅓ bis ½ Grad, und dann folgt der Schweif. Dieser bleibt noch einige Sekunden stehn, wenn die Kugel schon verschwunden ist; er wird dann der Länge nach in der Mitte dunkler und verschwindet. Oft bewegt sich auch die Kugel noch ein Paar Grade weiter fort, wie der Schweif.

Zur *zweiten Klasse* gehören die von der ersten und zweiten Grösse, welche wie ein aneinander hängender Feuerstrahl vorwärts schiessen, und weder eine Kugel noch einen stehnbleibenden Schweif haben. Bei diesen fängt der Schweif bei seinem hintern Ende an zu verlöschen, doch ist die Dauer des ganzen Verlöschens selten über eine Sekunde.

Die *dritte Klasse* könnte man, wie Linné, Kryptogamen oder Chaos nennen. Ich rechne hierzu alle kleine bis zur 6ten Grösse hinunter, und nachher die teleskopischen, die dem blossen Auge nicht mehr sichtbar sind, und die man zu Zeiten nur zu-

fällig in Kometensuchern und Fernröhren sieht. Ihre geringe Grösse, ihre Schnelligkeit und der kleine Bogen, den sie durchlaufen, erschweren sehr das Beobachten und das Classificiren. Oft sind sie nur wie matte fortziehende Fünkchen. Unter diesen ist eine Species, die dadurch merkwürdig ist, dass sie einen sehr grossen Bogen in einer sehr kurzen Zeit durchlaufen. Oft gebrauchen sie zu 30 bis 40 Grad kaum 1 Sekunde. Vielleicht rührt dieses von ihrer grossen Nähe beim Beobachter her.

Wenn unter den Sternschnuppen welche cosmisch sind, so sind es wohl nur die aus der ersten Klasse. Sie haben eine grosse Aehnlichkeit mit den Feuerkugeln, und scheinen sich von diesen nur dadurch zu unterscheiden, dass sie kleiner sind und nicht zerspringen. Das letztere könnte daher kommen, dass sie sich der Erde nicht bis auf die electrische Schlagweite nähern. Wenn sie in einer Höhe von 20 bis 30 Meilen die Atmosphäre schneiden, so ist ihre Geschwindigkeit von 80000 Fuss in der Sekunde mehr als hinreichend, den Widerstand der Luft und die Anziehung der Erde zu überwinden. In einer Höhe von 20 Meilen ist der Widerstand höchst unbedeutend, da nach dem Mariottischen Gesetze die Luft dort 1 176 000 000 000 mahl dünner ist als an der Erde, und die Kubikmeile Luft dort kaum 1 Pfund wiegt.

Ob indess diese Sternschnuppen zum Geschlechte der Feuerkugeln gehören und cosmisch sind, das lässt sich, da sie nicht so sehr selten sind, bald durch

Beobachtungen und Rechnungen entscheiden; vorzüglich, da man ihre Entfernung und Bahn sehr genau, und ihre Geschwindigkeit leidlich genau bestimmen kann. Wenn diese Sternschnuppen cosmisch sind, so können sie nie senkrecht in die Höhe steigen, wie das z. B. unter den von uns beobachteten No. XII sehr nahe that. Eben so wenig können sie einen aufwärts gehenden Winkel von 54 Grad mit der Vertikale machen, wie No. XVII, sondern sie müssen sich der Erde nähern, wie No. XX und XXII. Denn dass das Perigeum der Sternschnuppenbahn entweder in oder doch sehr nahe bei der Vertikale des Orts ist, wo die Sternschnuppe bei der Beobachtung im Zenith ist, das kann man doch wohl mit Sicherheit annehmen.

Ich glaube aus diesen Gründen, dass man die Sternschnuppen im Ganzen für Atmosphärilien halten muss; dass sich zwar nicht läugnen läfst, dass unter ihnen einige cosmische *seyn können*, dass wir aber nach unserm gegenwärtigen Grade des Wissens dieses noch nicht mit Sicherheit annehmen dürfen, weil selbst die von der ersten Klasse doch von der andern Seite in Hinsicht ihres Lichts, ihrer Geschwindigkeit und ihrer Gleichzeitigkeit wieder so viel Aehnlichkeit mit den übrigen Sternschnuppen haben, die offenbar tellurischen Ursprungs sind, dass es immer recht gut möglich bleibt, dass sie eben so wie diese zu den Atmosphärilien unsrer Erde gehören.

V.

Kritische Bemerkungen über die neuern Hypothesen, wodurch man die unter dem Namen der Feuerkugeln bekannten Lufterscheinungen zu erklären sucht,

von

Ernst Friedrich Wrede,
Prof. am Friedr.-Wilh.-Gymn. in Berlin. *)

Unter allen Gegenständen der Meteorologie hat wohl keiner so mancherlei Meinungen über die Ursache seiner Entstehung, und so gewagte Hypothesen, ihn zu erklären, veranlasst, als es mit den *Feuerkugeln* der Fall ist. Um nur einige von den ältern Meinungen anzuführen, so glaubte man, mit Musschenbroek die Feuerkugeln für schwefelhaltige Dünste aus Vulkanen und Hölen ansehen zu müssen, welche beim Erdbeben in die Höhe stiegen, vom Winde zusammengetrieben würden, und sich dann auf irgend eine Art entzündeten; diese Meinung stützte sich auf den schwefligen Geruch, welchen einige Feuerkugeln um sich verbreitet haben sollen. Andere hielten sie mit Halley für eine im ganzen

*) Im Auszuge aus dem 4ten Bande der schätzbaren neuern *Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin*, der jetzt im Drucke ist. *d. H.*

Weltraume vorhandene Materie, welche sich irgendwo zusammenballe und eine Bewegung um die Sonne anfange; jedoch, wenn solches in der Nähe der Erdkugel geschehe, von dieser an sich gerissen werde. Noch andere, wohin z. B. Hartsoeker gehört, stellten sich darunter terrestrische Kometen vor. Auch hielten einige sie mit Beccaria und Vasalli für Electricität. Andere wiederum glaubten, wie Silberschlag, dass es öhlige Dünste wären, welche sich entzündeten. Herbert und Toaldo waren der Meinung, dass es brennbare Luft sey. Bergmann hingegen nahm an, dass es verschiedene Arten von Feuerkugeln gebe.

Alle diese Hypothesen sind, wie man leicht sieht, nichts weiter, als bloss mögliche Ursachen, womit der Wahrheitsforscher sich nicht begnügen darf, besonders wenn sie nicht mit allen Umständen übereinstimmen. Was Musschenbroek's Hypothese betrifft, so kann man zwar nicht läugnen, dass sich Feuerkugeln in vulkanischen Gegenden, besonders zur Zeit eines Erdbebens, sehr häufig zeigen, wie solches mehrere naturhistorische Nachrichten von Südamerika und andern Oertern lehren; aber sie sind mehr die Vorboten des Erdbebens, als dass sie ihm nachfolgen sollten. Eben so erscheinen sie, nach den Beobachtungen der Seefahrer, weit mehr *vor* einem Sturmwinde, als *während* desselben oder *nachher*, worauf schon Joh. Reinhold Forster in seinen

Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung, S. 103, aufmerksam macht. — Daſs die Feuerkugeln sich nicht in sehr weiter Entfernung, (z. B. von mehrern Erdhalbmessern,) von der Erdfläche erzeugen oder entzünden; das beweiset nicht nur ein gewisser Zustand unsrer Atmosphäre, welcher da seyn muſs, wenn sie erscheinen sollen, sondern auch ihr, nach dem Zerspringen sehr bald hörbarer Knall. Wenigstens sind einige dieser Phänomene, so wie manche Sternschnuppen, welche von verschiednen Physikern für große Feuerkugeln in *außerordentlichen Höhen* gehalten werden, der Erdfläche so nahe, daſs ihre Entfernung kaum einige hundert, (wenigstens keine tausend,) Fuſs betragen kann; denn man hört ihr Geräusch, welches dem Zischen einer steigenden Rackete gleicht. Ich glaube, daſs mein eignes Zeugniſs in dieser Sache wohl etwas gelten darf, da ich so häufig Gelegenheit gehabt habe, diese feurigen Meteore zu sehen. Auch D. Benzenberg's vortreffliche Beobachtungen der Feuerkugeln und Sternschnuppen bestätigen meine eignen Erfahrungen; er zeigt, vermittelst parallactischer Höhenmessungen dieser Körper, ganz unwiderleglich, daſs einige jener Lufterscheinungen, besonders die *kleinen* Sternschnuppen, der Erdfläche sehr nahe sind, (vergl. *Annalen*, XII, 367.) Hieraus lassen sich nun keine günstigen Folgerungen für die gewagte Hypothese Halley's ziehen, daſs die Feuerkugeln sich außerhalb unsrer Atmosphäre zu-

sammenballen und eine Bewegung um die Sonne anfangen, oder gar, wie Hartsoeker wollte, terrestrische Kometen sind. Ich sehe nicht ein, wie man diese letztere Vorstellung, bei so weniger Uebereinstimmung der Merkmahle an Feuerkugeln und wirklichen Kometen, auch nur analogisch rechtfertigen will, da die Kometen, nach den neuesten Beobachtungen Schröter's und anderer Astronomen, keine bloſsen Meteore in der Photosphäre unsrer Sonne sind, auch nicht brennen, wie eine Fackel, sondern planetarische Kugeln, mit einer so starken Lichthülle umgeben sind, daſs sie auf ihrer der Sonne abgekehrten Seite keinen Schatten werfen, folglich zu den selbstleuchtenden Weltkörpern gehören. (Vergl. Schröter's *Neueste Beiträge zu den astronomischen Entdeckungen*, B. 3, Abth. 2.) Das Herabstürzen dieser vorgeblichen terrestrischen Kometen aus ihren Bahnen würde ein Zertrümmern des terrestrischen Trabantensystems seyn. Wer kann aber beweisen, daſs die unsrer Sonne zugehörigen Kometen auf sie herabstürzen, und aufhören, als selbstständige Körper im Weltraume zu existiren? Findet dies nun nicht statt, wie hat man es wagen können, Feuerkugeln und Kometen für ähnliche Körper anzusehen? — Daſs den Feuerkugeln bloſs Electricität zum Grunde liegen sollte, wie Beccaria und Vasalli behauptet haben, dagegen spricht das nach und nach wachsende und wieder abnehmende Licht, die niemahls geschlängelte Bewegung der Feuerkugeln und Stern-

schnuppen, und die, nach dem Verschwinden derselben gewöhnlich noch übrig bleibende, einige Sekunden lang mit röthlicher Phosphorescenz leuchtende Masse, welche bei keinem Blitze gesehen wird, ungeachtet es Blitze ohne Donner giebt. Aufserdem äufsert sich die Electricität in der hohen verdünnten Luft unter ganz andern Kennzeichen, als die Feuerkugeln, nämlich als eine dem Nordlichte ähnliche Erscheinung, welches der Identität dieser beiden Luftbegebenheiten gänzlich widerspricht. — Noch weniger genügen die übrigen der angeführten Hypothesen, daher man sie auch sämmtlich aufgegeben hat.

Statt ihrer sind vor kurzem zwei neue Hypothesen aufgestellt worden, die des Dr. Chladni,*) und eine andere, nach welcher die Feuerkugeln *Auswürfe des Mondes* seyn sollen. Ich werde mich hier bemühen, zu zeigen, dafs jedoch auch sie nicht genügend sind, und dafs die Erklärung der Feuerkugeln immer noch problematisch bleibt.

Nach Herrn Dr. Chladni ist eine Feuerkugel „eine ziemlich selten vorkommende, aus dem übrigen Weltraume zu uns anlangende feurige Masse, welche anfangs unter der Gestalt einer Sternschnuppe in einer beträchtlichen Höhe sichtbar wird, sich

*) Eigentlich ist Herr D. Chladni wohl nicht der Erste, welcher sie geäufsert hat, denn sie findet sich der Hauptsache nach schon in Torbern Bergmann's *Physik, Beschreibung des Erdkörpers*, B. 2, S. 80. *W.*

schnell in einer schief niederwärts gehenden Richtung fortbewegt, dabei an Grösse bis zu einem den Mond bisweilen übertreffenden scheinbaren Durchmesser zunimmt, öfters Flammen, Rauch und Funken auswirft, und endlich mit einem heftigen Getöse zerspringt." Ich kann jedoch weder dieser Definition, noch der gleich darauf folgenden Behauptung beistimmen, dass alle andern, von verschiednen Naturforschern beobachteten Lichterscheinungen keine Feuerkugeln, sondern Blitze gewesen sind.

Zuvörderst ist es nicht der Erfahrung gemäss, dass alle Feuerkugeln *mit einem heftigen Getöse zerspringen.* Ich habe in den südlichen Ebenen an der baltischen See wohl mehr als zwanzig ziemlich beträchtliche und manchmahl recht merkwürdige Feuerkugeln gesehen; aber unter diesen allen entsinne ich mich nur einer einzigen, welche bei ihrem Verlöschen einen dumpfen Knall, wie von einer entfernten Kanone verursachte. *) Sie hatte einen röthlichen Glanz, und ging von Ost nach West. Ihr scheinbarer Durchmesser war grösser, als der des Vollmondes. Die übrigen, die mir vorgekommen sind, verschwanden, sie mochten auch noch

*) Die grosse Feuerkugel, welche Forster 1774, den 30sten Sept. Abends um 8 Uhr bei Neu-Kaledonien bemerkte, liess ebenfalls ein bloss zischendes Geräusch hören, und zerplatzte ohne Knall, (*Bemerkungen* etc., S. 103.) Auch nach Torbern Bergmann, a. a. O., S. 79, geben einige dieser Meteore keinen Knall. *W.*

so groſs erſcheinen, gewöhnlich auf folgende Art: Wenn ihr Licht, welches manchmahl so hell, wie brennender Phosphor im Sauerſtoffgas, leuchtete, verloſch, blieb in einem, dem Orte des Verſchwindens zunächſt gelegnen beträchtlichen Theile ihres durchlaufnen Weges eine röthlich phosphoreſcirende Maſſe übrig, die ſich nach ein'gen Sekunden allmählig verlor. Dieſes letztere Ereigniſs habe ich nicht nur bei Feuerkugeln, ſondern auch bei Sternſchnuppen ſehr häufig oder vielmehr faſt jederzeit wahrgenommen; und hiermit ſtimmen die Erfahrungen aller Naturforſcher, die ſelbſt beobachtet haben, genau überein. Daſs übrigens die von mir beobachteten Phänomene, ungeachtet ſie nicht mit einem Knalle zerſprangen, dennoch wirklich ſolche Feuerkugeln geweſen ſind, wie diejenigen Meteore, welche in der Chladniſchen Schrift ausſchlieſslich ſo genannt werden, das leidet keinen Zweifel; denn ich habe, als öfterer Augenzeuge, die eigenthümlichen Kennzeichen der verſchiednen leuchtenden Lufterſcheinungen ſehr wohl kennen gelernt, und von der erſten Zeit meiner Beobachtungen an einen Blitz von einer Feuerkugel genau zu unterſcheiden gewuſst. Auf meine eigne Erfahrung geſtützt, darf ich alſo mit Recht behaupten, daſs die obige Definition eines ſolchen Meteors nicht allgemein gültig ſey. Das Zerſpringen mit einem Knalle iſt ſogar denjenigen nicht immer eigen, welche heftige Funken oder blitzähnliche Flammen auswerfen. Meine eigne Erfahrung mag dies bezeugen.

Ich befand mich im Februar des Jahres 1778 eines Abends um 10 Uhr im Freien. Es war eine mondlose, jedoch sternhelle Nacht, die Erde mit flachem Schnee bedeckt, und die Temperatur der Luft einige Grade unter dem Gefrierpunkte; übrigens wehte der Wind nicht, sondern die Atmosphäre befand sich in Ruhe. Plötzlich umleuchtete mich ein so starkes Licht, daſs ich und alle mir nahe gelegnen opaken Körper einen sehr deutlichen Schlagschatten warfen. Als ich die Augen in die Höhe richtete, erblickte ich nordnordöstlich, unter einem beträchtlichen Erhebungswinkel, der wohl einige 70 bis 80 Grade betragen mochte, einen scheinbaren Vollmond, welcher im ersten Augenblicke der Wahrnehmung zu ruhen schien. Aber bald zeigte dieser hell leuchtende und kreisrund begrenzte Körper seine Bewegung. Er sank ruckweise in einer etwas schrägen, vom Zuschauer abwärts laufenden Richtung herab, und sprühte in sehr gleichmäſsigen Zwischenräumen und Zwischenzeiten, wiederhohlt rings umher einmahl Feuerflammen, welche jedoch immer mehr abnahmen, bis die ganze Masse in einen einzigen, sich nach gerade zu einem bloſsen Funken vermindernden, Strahl ausging. Sehr merkwürdig war bei dieser Feuerkugel die taktmäſsige, ruckweise fortgesetzte, und, wie es mir schien, durch den Fall nicht beschleunigte Bewegung. In dem ersten Zeitmomente, welcher höchstens eine Sekunde betrug, sank sie schnell um eine Tiefe herab, welche mir optisch

etwa 12 Fuſs hoch vorkam; jetzt ſprühte ſie nach allen Seiten zugleich ein einziges Mahl lebhafte Flammen, wobei ſie einen Augenblick ſtill zu ſtehen ſchien. Im zweiten Momente ſank ſie wiederum ſo tief gegen den Horizont herab, und ſprühte auf dieſelbe Weiſe ringsum ſtarke Flammen. Nach einer ſolchen taktmäſsigen acht- oder zehnmahligen Wiederhohlung dieſes Funkenauswerfens, das durch anſcheinend gleiche Intervalle, in welchen bloſs das ruhige Leuchten fortdauerte, unterbrochen war, ging ſie in einen lang gezognen und immer dünner werdenden Strahl aus, an deſſen unterm Ende das helle Licht, (zuletzt nur noch ſo groſs wie eine Sternſchnuppe,) verlöſch. Indeſſen zeigte ſich noch wohl über eine Minute hernach, an derſelben Stelle, wo ſich der einzelne leuchtende Strahl, in Geſtalt einer fortſchieſsenden Sternſchnuppe, gebildet hatte, gerade ſo, wie es bei dieſem letztern Meteore gewöhnlich zu geſchehen pflegt, eine ſenkrecht ſchwebende, dem Augenmaaſse nach beiläufig 8 bis 10 Ellen lange röthlich gefärbte phosphoreſcirende Maſſe, welche ſich zum Theil etwas krümmte, oder in ihrer anfänglichen Lage verrückte, an einigen Stellen etwas breiter, an andern dagegen matter wurde, jedoch auch hier wieder manchmahl etwas ſtärker zu ſchimmern oder wieder aufzuglimmen ſchien, und endlich allmählig auf die Art, wie eine Dunſt- oder Rauchſäule zu thun pflegt, verſchwand. Bei dieſem allen war nicht das geringſte Geräuſch, und noch

weniger ein Knall zu hören, der hier doch schlechterdings, wegen der Nähe des Meteors, hätte statt finden müssen, wenn es allgemein wahr wäre, daſs jede Feuerkugel mit einem Knalle zerspringt. Ausser dieser einen, mir noch sehr genau erinnerlichen Erfahrung, haben mich viele andere von der Unrichtigkeit der Behauptung überzeugt, daſs alle Feuerkugeln ohne Ausnahme mit einem starken Getöse verschwinden. Es giebt demnach zwar *einige* Meteore dieser Art, welche solches thun; aber dagegen kommen auch *viele andere vor*, und *vielleicht bei weitem die meisten*, welche weder eine ausserordentlich schnelle Bewegung haben, noch bei ihrem Verlöschen einen Knall geben.

Was nun ferner die Behauptung betrifft, daſs Feuerkugeln eine *ziemlich seltene* Erscheinung sind, so bemerke ich, daſs man dieses wohl einräumen könne, wenn von einzelnen Gegenden des Erdbodens und von bestimmten geographischen Oertern die Rede ist; meint man aber damit, daſs sie in der Erdatmosphäre überhaupt sehr selten vorkommen, so ist dieses unstreitig unrichtig, auch wenn man hier von den Sternschnuppen absieht, welche, nach der Meinung Chladni's, doch auch Feuerkugeln seyn sollen. Es käme bei diesen und ähnlichen Meteoren nur darauf an, daſs Beobachter da wären, um sie wahrzunehmen und bekannt zu machen. Wie viele Feuerkugeln mögen erscheinen und in ihrer Art sehr merkwürdig seyn, ohne daſs sie von einem menschlichen Auge bemerkt werden!

und

und wie selten mag überdies ein Landbewohner oder Seemann es der Mühe werth halten, die Beobachtung einer Feuerkugel aufzuzeichnen und bekannt zu machen! Nur dem Grofsstädter und dem Gelehrten im Studirzimmer sind Erscheinungen dieser Art etwas Seltsames; dem Zuschauer im Gebiete der freien Natur sind sie alltäglich. Don Ulloa meldet im ersten Bande seiner Reise nach Peru, und in der *Histoire de l'academie des sciences* 1751, dafs zu Santa Maria de la Parilla jede Nacht Feuerkugeln gesehen würden. Herr D. Chladni erklärt sie zwar für blofse Irrlichter; ich sehe aber nicht ein, aus welchen Gründen, da jenem Gelehrten der Unterschied zwischen einem Irrwische und einer Feuerkugel doch wohl bekannt gewesen seyn mufs. Eher liefse sich glauben, dafs Feuerkugeln und Sternschnuppen mit einander verwechselt worden wären. Indessen sollen diese letztern doch auch, nach Herrn Chladni, Feuerkugeln seyn, und ihre häufige Erscheinung streitet ganz besonders wider die Seltenheit dieser letztern Meteore.

Wenn die Feuerkugeln *anfangs nur wie eine kleine Sternschnuppe erscheinen*, so läfst sich daraus nicht immer auf eine beträchtliche Höhe schliefsen, in welcher sich diese Körper zuerst entzünden; sondern in den meisten Fällen ist es wohl blofs der zunehmende chemische Oxydations- und Lichtentwickelungsprozefs, der den scheinbaren Durchmesser derselben so ansehnlich vergröfsert. Dieses leuchtet schon aus der einen Thatsache hervor, dafs der

scheinbare Durchmesser bei allen Feuerkugeln, welche, ohne Flammen auszuwerfen, ganz ruhig leuchten, ohne zu zerspringen, wenn der Glanz sein Maximum erreicht hat, auch wieder abnimmt und sich allmählig bis auf Null verkleinert.

Nach Herrn D. Chladni's Meinung sollen nun diese Körper weder auf der Erde, noch in der Atmosphäre entstanden seyn, sondern *aus dem weiten Himmelsraume* hier bei uns anlangen. Er gründet diese Behauptung auf die Bahn, Gestalt, Farbe, Höhe, Gröfse, Dauer und Geschwindigkeit der Feuerkugeln.

Die *Bahn* erklärt er für parabolisch, und findet den Beweis dafür darin, dafs die Feuerkugeln und Sternschnuppen nicht lothrecht, sondern schräg gegen den Horizont herabfallen. Dieser Beweis ist aber höchst unvollständig. Dafs jede Sternschnuppe oder Feuerkugel schräg gegen den Horizont herabsinke, dagegen streitet die Erfahrung. Ich habe im Jahre 1795 eine gesehen, welche in ganz horizontaler Richtung vor meinen Augen vorüberging. Ihre Bewegung von Osten nach Westen war sehr schnell, und sie hatte, gleich einem Kometen, einen besenartigen Schweif hinter sich, welcher von der brennenden und leuchtenden, mit einem sehr laut hörbaren zischenden Geräusche ausströmenden Materie herrührte. Sie war zu nahe, ihre Bahn zu bedeutend lang, und die Umstände zu günstig, als dafs ich nicht bis zur höchsten Deutlichkeit hätte sehen können, wie sie eine mit dem Horizonte pa-

rallele Richtung hatte, und selbst bei ihrem Verschwinden, da sich schon die gewöhnliche röthlich schimmernde Masse zeigte, nicht sank. Ueberdies lehrt die Erfahrung, dass viele Sternschnuppen aufwärts fahren. Herr D. Benzenberg und Herr D. Brandes haben durch parallactische Messungen sogar gefunden, dass manche dieser Körper, welche nicht weniger als 100 Fuss im Durchmesser hatten, folglich mit allem Rechte Feuerkugeln genannt werden durften, zuweilen ihre Bewegung völlig senkrecht in die Höhe oder herunter nahmen. Und doch kann es bei ihnen dem Zuschauer so vorkommen, als bewegten sie sich schräg abwärts. Ueberhaupt kann man hier den Aussagen ungeübter und mit der angewandten Mathematik zu wenig bekannter Zuschauer nicht trauen, besonders da die Bewegung der Feuerkugeln und Sternschnuppen grössten Theils zu geschwind und ihre scheinbare Bahn so kurz ist.

Aus der *grossen Geschwindigkeit*, welche Herr Dr. Chladni den Feuerkugeln zuschreibt, und die, nach ihm, zuweilen 6 geographische Meilen in einer Sekunde beträgt glaubt er zuverlässig schliessen zu dürfen, dass sie *feste* Körper sind: denn wären sie *gasförmig*, so müssten sie, nach seiner Meinung, bei einer so grossen Geschwindigkeit in einem Nu zerstieben. Aus dieser vermeintlich erwiesenen Festigkeit folgert er weiter, dass ihr tellurischer Ursprung völlig unmöglich sey, weil sich in der obern Luft keine festen Massen zusammen-

ballen können, und weil auch keine Wurfkräfte auf unsrer Erde vorhanden sind, welche irgend einen festen Körper so hoch hinaufzuschleudern vermögen. Beide Folgerungen lassen sich indess durch keine directen Erfahrungsbeweise rechtfertigen. Denn hätte jeder Körper, der sich mit einer ungewöhnlichen Geschwindigkeit in unsrer Luftmasse bewegt, die feste Form, so müsste sie schlechterdings auch dem Blitze und ähnlichen feurigen Meteoren zukommen. Es ist aber unbezweifelt gewiss, dass der electrische Feuerball, welcher scheinbar wie ein zackiger Strahl aus der Gewitterwolke fährt, durchaus keine andere, als die gasförmige Gestalt hat. Dass er in der Luftmasse nicht gleich beim Anfange seiner Bewegung zerstiebt, gründet sich in dem Mangel an Mischungsfähigkeit der electrischen Materie und der reinen, von Wasserdämpfen freien atmosphärischen Luft. Chalmer erzählt in den *Philos. Transact.*, N. 494, p. 366, eine merkwürdige Begebenheit, welche dies vollkommen bestätigt. Man sah 1749 am 9ten November von einem Schiffe mitten im Ocean einen grossen blauen Feuerball, welcher von Nordost nach Südwest, aus einer Entfernung von drei Meilen auf dem Meere herzurollen schien, und auf das Schiff so schnell loseilte, dass er bis auf 40 oder 50 Ruthen herangekommen war, bevor man nur das Hauptseegel hatte aufziehen können. In dieser Entfernung zersprang er mit einem Knalle, der so heftig war, als würden hundert Kanonen auf einmahl

abgefeuert, und hinterliefs bei feinem Verfchwinden einen Schwefelgeruch, welcher das ganze Schiff erfüllte. Kaum war der entfetzliche Knall vorüber, fo fand man den einen Maft ganz zerfchmettert, den grofsen Maft bis unten gefpalten, aufserdem fünf Mann zu Boden geriffen und einen fechsten an der Haut verbrannt. Hieraus kann man einfehen, dafs feine ätherifche Maffen, welche nur um ihres Leuchtens willen nicht eigentlich luftförmig, das heifst, völlig farbenlos und durchfichtig erfcheinen, gar wohl im Stande find, fich fo, wie der Blitz es jederzeit thut, mit erftaunlicher Schnelligkeit durch die Luft zu bewegen. Nach der Analogie zu urtheilen, ift dies auch fehr begreiflich: denn unter den ungleichartigen gasförmigen Körpern wirken eben fo, wie unter den heterogenen tropfbaren, nicht nur attractive oder mifchende, fondern auch repulfive oder abfondernde, ausfcheidende Kräfte, und diefe letztern find es eigentlich, von welchen die fchnelle Bewegung abhängt. Man mufs nicht glauben, als wenn das Mittel, in welchem die Bewegung vor fich geht, zu keiner Zeit etwas anderes thut, als blofs Widerftand leiftet; nein, es ift vielmehr in unzähligen Fällen die bewegende oder fortftofsende Kraft felbft. — — — *)

*) Statt der weitern Ausführung diefes Gedankens, in der nicht alle dem Verfaffer beiftimmen möchten, ftehe hier eine artige Idee, welche Herr Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 58, über die Kraft äufsert, welche die Feuerkugeln

Herr D. Chladni scheint ferner in dem heftigen Knalle, womit die Feuerkugeln zerspringen, einen Beweis finden zu wollen, dass sie feste Körper sind. Er stellt sich die Sache so vor, als würden diese meteorischen Massen durch die Hitze gleichsam wie eine mit Luft gefüllte und stark erwärmte Blase aufgebläht, und bildeten wirklich

während ihrer Bewegung beschleunigt: „Gesetzt, die Feuerkugeln wären von einem dampfartigen Fluido aufgeblasen, und dieses bräche an irgend einer Stelle durch die Schale hervor, so würde durch Rückwirkung die Kugel nach der entgegengesetzten Seite mit beschleunigter Bewegung fortgetrieben werden. Die Entbindung des Dampfs könnte unterdessen innerhalb der Kugel fortdauern, indem sich die noch unelastischen Theile nach und nach in Dampf verwandelten, und so könnte die Bewegung eine lange Zeit hindurch immer mehr beschleunigt werden. — Dass etwas ähnliches bei den *Sternschnuppen* vorgehe, wird selbst aus den Beobachtungen wahrscheinlich. Der Schweif, den einige hinter sich lassen, könnte ein solcher hervorbrechender Dampf seyn, der bei seiner Zersetzung den Lichtstoff frei lässt. Es liesse sich dann einsehn, wie der Schweif etwas länger sichtbar bleiben kann, als die Sternschnuppe selbst, und dass er nicht mehr fortrückt, wenn die Kugel erloschen ist. Selbst der merkwürdige Umstand, dass der Schweif sich nicht dicht bis an den Kern der Sternschnuppe erstreckt, sondern dass fast immer ein dunkler Raum dazwischen bleibt, passt in

sehr beträchtliche, ihren Durchmesser immer mehr vergrösserende Hohlkugeln, die zuletzt von der zu starken Ausdehnung der in ihnen eingeschlossnen Gasarten mit einem starken Getöse zerplätzen müssten. Wären die Hauptmassen, woraus die Feuerkugeln bestehen, nicht fester Art, meint er, so

diese Hypothese, wenn man annimmt, dass dicht an der Kugel der elastische Dampf unzersetzt und unsichtbar bleibt, wie der Wasserdampf dicht an der Oberfläche des kochenden Wassers, welches bei einigen andern Erklärungen, z. B. der von de Luc, in Bodens *Astron. Jahrb.*, 1803, S. 94, unerklärt bleibt."

„Uebrigens darf man wohl nicht annehmen," (bemerkt Herr Dr. Brandes an einer andern Stelle, S. 159,) „dass alle Sternschnuppen ganz von gleicher Art sind. Die kleinen, schnell wegfliegenden Fünkchen, deren Dauer oft nur ein Moment ist, unterscheiden sich sehr von denen, die fast einen merklichen Durchmesser haben, und mit langsamen steten Zuge fortgehn; eben so merklich von andern, die statt dieses stillen planetenähnlichen Lichts mehr etwas flammendes haben, und, (wenn ich mich recht erinnere,) immer gerade herabfallen; und von allen diesen unterscheiden sich wieder andere, die ich nie anders als vertikal und niederwärts gehn sah, und die man sich vorstellen kann, wenn man sich den Sirius als fallend denkt. — Sonderbar ist es, dass in Nächten, die recht reich an Sternschnuppen sind, alle diese verschiednen Erscheinungen vorkommen, und oft ganz verschiedne in demselben Momente." *d. H.*

würden sie nicht zähe genug seyn, eine so starke Aufblähung, als zu einem gewaltigen Knalle erforderlich ist, auszuhalten. Offenbar ist dieser Erklärungsgrund bloss gesucht, um einer Hypothese Eingang zu verschaffen, und es sind wieder viele Thatsachen aus der Acht gelassen, woraus das Gegentheil hervorgeht. Knallt denn der electrische Funke, oder die mit Sauerstoff- und Wasserstoffgas, oder mit gephosphortem Hydrogengas gefüllte Wasserblase bloss darum, weil sie ein *fester* Körper umgiebt, welcher zerplatzt? Wenn Herrn D. Chladni's Folgerung richtig seyn sollte, so müsste folgender Satz feststehn: Es findet in der ganzen Atmosphäre nicht anders ein Knall Statt, als wenn ein fester, aufgeblähter Körper durch eingeschlossne Luft zerspringt. Dieser Satz ist aber ganz ungegründet, mithin darf gar kein Beweis darauf gefusst werden.

Wenn wir indess auch zugäben, dass alle Feuerkugeln feste Körper sind, so würde sich doch daraus nicht darthun lassen, dass ihre Entstehung innerhalb unsrer Atmosphäre *schlechterdings unmöglich* sey. Wer kennt alles, was in unsrer Luftkugel möglich ist und wirklich vorgeht, so genau, dass er als gewiss und wahr behaupten darf: nur dies und nichts anderes könne innerhalb ihrer Grenzen geschehen? Herr D. Chladni glaubt zwar, die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Feuerkugeln erhelle daraus, dass weder in der obern Luft feste Massen sich zusammenballen, kön-

nen, noch die auf der Erde vorhandnen Wurfkräfte hinreichen, feste Massen bis zu einer Höhe von einigen geographischen Meilen hinaufzuschleudern. Beides aber ist noch nicht entschieden; im Gegentheile kennen wir mehrere Thatsachen, welche die Möglichkeit jener geläugneten Ereignisse wenigstens begreiflich, wo auch nicht wahrscheinlich machen. Freilich sind uns noch wenige Umstände bekannt, wo aus flüssigen Körpern durch Mischungsveränderung augenblicklich schnell starre oder feste Massen entstehen; indessen hat uns die Erfahrung doch schon deutliche Fingerzeige gegeben, daſs so etwas möglich sey. (Vergl. *Annalen*, XI, 195, 196.) Auf jeden Fall ist es sehr gewagt, bei unsern immer nur noch fragmentarischen Kenntnissen der besondern Naturphänomene und ihrer Ursachen, darüber entscheiden zu wollen, was hier oder dort im Weltraume möglich und was nicht möglich ist. Wären uns auch *hier unten* an der Erde alle Naturbegebenheiten mit ihren speciellen Ursachen und Gesetzen durchaus bekannt; so würden wir dennoch beim Urtheilen über Luftereignisse jenseits einer Kluft von einigen geographischen Meilen aufwärts in der Atmosphäre, sehr behutsam zu Werke gehen müssen, weil die Umstände, unter welchen dieselben chemischen Stoffe wirken, die hier an der Erdfläche gefunden werden, dort ganz anders sind, und ich halte es für jetzt als eine eitle Anmaſsung, aus den Erfahrungen hier unten am Grunde des Luftmeers, das unsre Erdkugel deckt, ge-

nau bestimmen zu wollen, was weiter nach der Oberfläche desselben hinaus geschehen und nicht geschehen könne. Hält sich jemand, mit Herrn D. Chladni, ungeachtet dieser, wie mir scheint, sehr gegründeten Erinnerungen, doch überzeugt, dass dort oben in unsrer Atmosphäre keine Rigidität der Körper möglich sey, weil diejenigen Stoffe, welche innerhalb des Wirkungskreises unsers Planeten gewöhnlich in fester Gestalt erscheinen, in jenen Luftgegenden fehlen; der möge bedenken, dass unsre sogenannten Elemente nicht einfache Substanzen, sondern Produkte einer noch unbekannten chemischen Operation sowohl in der organischen als auch in der unorganischen Natur sind. —— Gesetzt endlich, die Anwesenheit *ponderabler Stoffe* in der *dichtern Luftmasse* unsers Planeten sey *unmöglich*, wie sollten sich dann da, wo das den Weltraum erfüllende Mittel so *äusserst dünn und ätherisch ist*, dass auch der schwächste Lichtstrahl durch ihn viele tausend Billionen Meilen weit von den entlegensten Nebelflecken bis zu uns sich ungestört fortpflanzt, sich ohne Schwierigkeit *gröbe ponderable Körpertheile* zusammenballen können? Das gröbere Mittel sollte diesemnach keine andern, als feine, und das weit dünnere dagegen gröbere Stoffe enthalten können. Um welcher Grundsätze willen ist diese Behauptung schlussgerecht? — In der That, ich begreife nicht, wie Herrn D. Chladni's Meinung über den nicht-tellurischen Ursprung der meteorischen festen Körper sich rechtfertigen

läſst, und woher er die Einſicht hat, daſs ihr Entſtehen innerhalb unſrer Dunſtkugel *unmöglich* iſt. Nach meiner Ueberzeugung bleibt ſein vermeinter Beweis für ihren coſmiſchen Urſprung, den er durch die Unmöglichkeit des Gegentheils zu führen ſich getrauet hat, ſehr groſsen Zweifeln unterworfen.

Eben ſo verhält es ſich auch mit der Behauptung, daſs auf der Erde keine *Kraft* vorhanden ſey, welche einen feſten Korper zu einer ſo beträchtlichen Höhe emportreiben könnte, wie diejenige iſt, aus welcher meteoriſche feſte Maſſen herabgefallen ſeyn ſollen. Wir haben allerdings Kräfte, welche ganz erſtaunlich, und nicht ſelten auf dieſe Art wirken. Vorzüglich gehören hierher die *Waſſerdämpfe*, welche manchmahl, ungeachtet ihres anſcheinend unbedeutenden Vorraths, *) doch ſehr beträchtliche Zerſtörungen anrichten können. Ich werde hier eine Thatſache anführen, welche dies recht auffallend beweiſt. Der Beſitzer einer Windmühle auf dem ſogenannten *Tempelhofſchen Berge* bei Berlin hatte am 22ſten Mai 1799 mit einem ganz neu aufgebrachten Läufer von Sandſtein aus Rothenburg an der Saale, das erſte Mahl, etwa 18 Stunden nach einander, bei einem ſteifen Winde, einen beträchtlichen Vorrath von Rocken gemahlen. Nachdem dieſe Arbeit vollendet war, und

*) Sie ſcheinen mir zuweilen aus dem bloſsen Kryſtalliſationswaſſer entſtanden zu ſeyn. *W.*

er mit einem bei sich habenden Gehülfen eben am Pressbaume stand, um die Windmühle anzuhalten, entstand oben im Gebäude ein entsetzlicher Knall, wie von einer abgefeuerten Kanone, der nicht nur die Mühle heftig erschütterte, sondern auch beide Menschen gewaltig betäubte. Kaum hatten sich diese von ihrem Schrecken erhohlt und der Ursache jenes ungewöhnlichen Ereignisses nachgespürt, so fanden sie den Oberstein in drei Stücke zersprungen und nach verschiednen Richtungen fortgeschleudert. Das kleinste Stück war rückwärts über die Oeffnung der zum Rumpfe hinaufführenden Treppe geflogen und in dahinter stehenden Mehlsäcken hängen geblieben; das eine von den beiden grössern Stücken hatte seitwärts zur Linken die Mehlleiste, (einen eichnen, 2 Fuss ins Gevierte dicken Balken,) zerschmettert, so dass ein Theil desselben nebst dem daran hängenden Holzwerke auf die Erde herabgestürzt war; und das andere hatte vorwärts nicht nur mehrere Riegel der Vorderwand, sondern auch die obere Verkleidung derselben und den einen Windflügel ganz abgeschlagen. *) Da dieser letztere gewöhnlich 8 Zoll dick zu seyn pflegt, und, um der Bauart sogenannter Bockmühlen oder Säulenmühlen willen, nahe an der Welle getroffen werden musste,

*) Ein ähnliches Ereigniss hatte sich kurze Zeit nachher auf der Windmühle zu Rudo, 1 Meile von Berlin, und einige Jahr zuvor auf den Schleifmühlen in Spandau und Neustadt-Eberswalde zugetragen. *W.*

so konnte er, nach den Gesetzen des Hebels, durch kein kleineres Gewicht, als wenigstens von 90 bis 100 Zentnern brechen. Wenn nun auch das Stück, welches ihn zerschmetterte, 5 Zentner wog; so musste es doch mit einer Gewalt fortgeschleudert werden, welche ihm eine Geschwindigkeit von 20 Fuss in einer Sekunde mittheilte. Und diese Gewalt vermochte das wenige Wasser auszuüben, welches in den Stein eingedrungen war, weil er eine Zeit lang an einer feuchten Stelle gelegen hatte. *) Was wird nun vollends eine grosse Menge dieser Flüssigkeit ausrichten können, wenn sie aus dem tropfbaren Zustande in den dampfförmigen übergeht und hier sehr stark erhitzt wird? — — — **)

Ich glaube, ein jeder bedachtsame Leser der Chladnischen Schrift wird nach allem diesem die

*) Es ist sehr rathsam, die Mühlsteine recht trocken zu erhalten, wenn sie von solcher porösen Structur sind, wie der Rothenburger Sandstein, um das Zerspringen zu verhüten; denn ein eiserner Ring, wie ihn der Mühlenbesitzer auf dem Tempelhofschen Berge bei Berlin um seinen neuen Läufer gelegt hat, möchte wohl nicht gegen alle Gefahr schützen. *W.*

**) Die Berechnungen, welche Herr Prof. Wrede über die Geschwindigkeit anstellt, mit welcher eine Masse von 100 Zentnern durch Wasserdämpfe, die bis 500° R. erhitzt sind, in die Höhe geschleudert werden könne, und andre damit zusammenhängende, scheinen mir Einwürfen ausgesetzt zu seyn, weshalb ich sie hier nicht mittheile. *d. H.*

überzeugenden Gründe für die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs derjenigen Feuerkugeln, bei deren Erscheinung feste Massen von beträchtlichem Gewichte aus derLuft herabgefallen sind, ganz vermissen, und folglich die Unhaltbarkeit der Chladnischen Hypothese eingestehn.

Es ist daher die Frage, ob man nicht annehmen darf, daſs alle Feuerkugeln *Auswürflinge von Vulkanen* sind; oder ob sich nicht einige dieser letztern zuweilen wirklich unter der Gestalt von feurigen Meteoren solcher Art sehen lassen? Das letztere läſst sich zuverläſsig bejahen; — — — das erstere aber, halte ich mich durch Erfahrung berechtigt bestimmt zu verneinen; eben so die Behauptung, daſs *alle* Feuerkugeln feste Körper sind, welche aus dem weiten Himmel auf unsre Erde herabstürzen. Daſs gasförmige und dampfförmige Körper dieselben leuchtenden Erscheinungen, als die feurigen Meteore, wovon hier die Rede ist, geben können, dafür finden sich Thatsachen, besonders am feuerspeienden Berge *Vesuv*. Nach Hamilton's Beobachtungen über den Ausbruch dieses Vulkans im Jahre 1794 am 15ten Junius erkaltet die Lava mit häufigem Krachen, und giebt dabei so laute Explosionen, wie das Eis in den Gletschern der Schweiz. Es dringt dann ein Dampf hervor, der sich zuweilen wie Sternschnuppen entzündet.*) Vielleicht waren auch

*) Hierher gehört die merkwürdige Erscheinung, welche unter dem Namen *Feuerwolf* bekannt ist, und wovon Torb. Bergmann in seiner *physi-*

die grossen Feuerbälle, welche, Alexander von Humboldt's Nachricht zufolge, (*Annalen der Physik*, B. 6, St. 2,) bei dem Erdbeben in Cumana 1797 die Luft häufig durchkreuzten, ebenfalls ein Produkt der Zersetzung und Oxydirung entweder von Dämpfen oder Gasarten, wo nicht zum Theil glühende Auswürflinge, welches aber doch hätte müssen bemerkt werden können. Ueberhaupt sind in vulkanischen Gegenden Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternschnuppen und dergleichen feurige Meteore die gewöhnlichen Vorboten eines Erdbebens. Wenn man in jedem dieser Phänomene einen festen Körper erblicken, oder gar einen Ankömmling aus den weiten sternlosen Räumen des Himmels erkennen wollte, welch ein sonderbares Zusammentreffen der Umstände auf unserm Planeten und ausserhalb desselben, würde da nicht vorauszusetzen seyn, dass gerade zur Zeit des Erdbebens jene cosmischen Fremdlinge, die ein berühmter Gelehrter Planetenkörner zu nennen beliebt hat, sich wie Schwärme bei uns einstellten? Man müsste hier nothwendig ein Causalverhältniss annehmen, und entweder die Annäherung der cosmischen Klümpchen für die Ursache des Erdbebens, oder umgekehrt dieses letztere als den Grund ansehen, dass jene schaarenweise auf unsern

kalischen Erdbeschreibung, B. 2, S. 81, erzählt, dass sie sich 1718 zu Breslau einmahl wie ein Blitz und Feuerregen mit einem gewaltigen Knalle gezeigt habe. *W.*

Himmelskörper herabgerissen würden. Indessen möchte wohl das eine so widersinnig seyn, wie das andere, und solches um so mehr, da es durch diese Thatsachen offenbar wird, dass zur Entstehung derjenigen Feuerkugeln, welche keine Auswürflinge von Vulkanen sind, ein gewisser chemischer Zustand der Atmosphäre nöthig ist, dessen Beschaffenheit uns aber bis jetzt, aus Mangel an gehörigen Untersuchungen, noch unbekannt bleiben musste.

Wenn nun aber unsre Luftkugel *selbst* die Bedingungen enthält, dass diese meteorischen Körper sich zuweilen schaarenweise zeigen *müssen;* wie will man denn behaupten, dass ihr Ursprung nicht tellurisch sey? Und wenn so unzählig viele Feuerkugeln von bedeutender Gröfse vorkommen, wo wirklich keine festen Körper aus der Luft herabfallen, wie läfst sich denn die Hypothese rechtfertigen, dass *allen* Feuerkugeln *Stein-* oder *Metallmassen* zum Grunde liegen? Die Fälle, wo keine festen Körper vom Himmel fallen, sondern wo die Grundmasse dieser feurigen Meteore sich in der Luft auflöst und zerfetzt, verhalten sich zu denen, wo man gesehen hat Steine und Stücke Eisen aus der Luft herabstürzen, gewiss wie hunderttausend, oder wie vielmahl hunderttausend zu Eins. Was wollen die wenigen Ereignisse, welche man uns z. B. im Plinius, oder von Agram in Slavonien, von Siena im Toskanischen, von Terra Nuova in Kalabrien, von Tabor in Böhmen, von Juro bei Sagan in Schlesien, von

von Mormes und Cotentin in Frankreich, von Yorkshire in England, von einigen Oertern in Südamerika, von Benares in Ostindien, oder von der Pallasschen Eisenmasse in Sibirien u. s. w. erzählt, was wollen diese sagen, in Vergleichung gegen die vielen feurigen Meteore, welche, nach Hrn. D. Chladni's Meinung, unter den Begriff der Feuerkugeln gehören und wovon manchmahl in einer einzigen Nacht mehrere tausend gesehen werden können? Ich will die Glaubwürdigkeit aller der Erzählungen von Steinen, die in Gegenden, wo es keine Vulkane giebt, vom Himmel gefallen sind, nicht in Zweifel ziehen, ungeachtet auf die Form der Beobachtung ein grosser Theil der Wahrheit ankömmt, und bei den meisten dieser Vorfälle keine eigentlichen Physiker oder gebildete Menschen, sondern ackerbautreibende Landbewohner, Schäfer, oder gar Bediente und Tagelöhner, die Augenzeugen waren, — — lauter Personen, welche, so wie manche Gelehrte von Profession, nicht immer ganz vorurtheilsfrei und genau genug beobachten; aber durch alle diese historischen Belege läſst sich noch gar nicht erweisen, daſs nur zuweilen, viel weniger denn mit jeder Feuerkugel oder Sternschnuppe ein cosmischer Körper auf unsern Erdball herabstürze. — — Nach dem Steinregen bei Siena fand man in der Nähe benachbarter Vulkane, z. B. des Monte Rotondo, welcher gerade um die Zeit gespieen hatte, mehrere unverkennbare Auswürflinge, welche sich bloſs dadurch, daſs der Schwefelkies ihnen

mangelte, von den zu Siena aus der Luft herabgefallnen Steinen unterschieden. (*Annalen der Phys.*, B. 6, St. 2, S. 156 f.) —— Dass die nach Chladni und andern auf die Erde herabgestürzten dehnbaren Eisenmassen vermittelst der Friction in der Luft so weit erhitzt worden seyen, dass sie zum Schmelzen gekommen sind, ist nichts weiter, als eine leere Einbildung. *) —

Der Zustand des Brennens, worin sich die gewöhnlichen Feuerkugeln befinden, giebt einen unumstöfslichen Beweis, dass in den allermeisten dieser meteorischen Körper weder geschmolznes Eisen noch bis zum Glühen erhitztes Gestein vorhanden seyn kann; denn es ist schlechterdings dem Laufe der Natur zuwider, dass ein in Brand gerathner und bis zum Schmelzen erhitzter metallischer, oder überhaupt fester und oxydirbarer Körper, in unsrer Atmosphäre, besonders in den niedrigen Regionen derselben, bloss einige wenige Sekunden in diesem Zustande verbleibt. Das ist aber jederzeit der Fall mit Feuerkugeln und Sternschnuppen; denn die scheinbare Flamme dieser Meteore verschwindet oft schon mit der zweiten und dritten Sekunde. Wären es wirklich glühende feste Massen, so müssten

*) Herr Prof. Wrede sucht die Unmöglichkeit der Sache durch Berechnungen vor Augen zu legen, die ich weglasse, da sie auf unzulässigen Analogien, und nicht auf solchen Gründen beruhen, dergleichen sich vielleicht aus dem folgenden Aufsatze Dalton's nehmen liessen. *d. H.*

sie sich hierin schlechterdings anders verhalten, und Erscheinungen geben, wie sie den in unsrer Atmosphäre geworfnen glühenden Körpern insgesammt eigen sind. Es müsste das Brennen in der untern, an Sauerstoff reichern Luft, mithin auch das Glühen und Leuchten zunehmen; ferner eine Verglasung, besonders in den meteorischen Massen, worin ausser der Kieselerde und Talkerde auch Thonerde und Kalkerde vorhanden ist, erfolgen, und eine deutliche Spur der Verschlackung wahrzunehmen seyn; aller Schwefel an ihrer Oberfläche müsste verbrannt, d. i., in gasförmige schweflige Säure verwandelt, oder doch wenigstens verflüchtigt seyn, und endlich müssten, wenn alle Feuerkugeln feste Massen wären, sich beim Zerspringen derselben glühende Stücke sehen lassen, welche zur Zeit der Nacht von oben herab bis unten an die Erdfläche mehrere leuchtende Strahlen bildeten, wie es eine schnell geschwenkte glühende Kohle thut. Aber von diesem allen wird man, wenigstens bei den gewöhnlichen Feuerkugeln, gar nichts gewahr; mithin fehlt es an denjenigen Merkmahlen ganz, welche einen in unsrer Atmosphäre glühenden festen Körper wesentlich charakterisiren, und die Hypothese, dass allen Feuerkugeln feste Massen zum Grunde liegen, wie auch, dass die angeblichen meteorischen Eisenmassen in der Luft geschmolzen seyn sollen, kann nicht bestehen.

Herr D. Chladni behauptet nun zwar in seiner Schrift, §. 13, dass Vulkane die Unschmelzbar-

keit des Eisens und der Steine eben so wenig überwinden können, als das stärkste künstliche Feuer; dass ferner die ausserordentliche Geschmeidigkeit des Eisens durch vulkanisches Feuer wegfallen müsste, wenn die gefundnen Stücke gediegnen Eisens einen tellurischen Ursprung hätten; und dass sie endlich auf nassem Wege auch nicht entstanden seyn können, obwohl es solchergestalt gebildetes Eisen gebe, weil man die Wirkung des Feuers zu deutlich an ihnen sehe. Mir scheint es aber, als wenn dieser Gelehrte in seinen Behauptungen viel zu weit geht, und blosse Meinungen als Beweise aufstellt. Fürs erste nimmt Herr D. Chladni an, dass die löcherige Textur ein wesentliches Kennzeichen der Schmelzung sey; wenigstens finde ich keinen andern Grund in seiner Schrift, worauf er seine Meinung stützen könnte. Ist denn aber das löcherige Gewebe bei allen Fossilien, denen es eigenthümlich zukömmt, ein untrügliches Kennzeichen, dass sie sich irgend einmahl in einem Zustande der Schmelzung befunden haben, oder bloss in diesem und auf keine andere Weise gebildet worden sind? Keinesweges! Fürs zweite, wie will man behaupten, dass Eisen und Steine im vulkanischen Feuer entweder völlig unschmelzbar sind, oder diese und jene bestimmte Form darin annehmen müssen? Wer kennt alle die verschiednen Umstände und Modificationen, die für unsre Kunst ganz unnachahmlich sind, um sagen zu dürfen: nur dies kann in Vulkanen geschehen, und jenes ist in allen schlechterdings unmög-

lich? Ich gebe zu, dass es sich nothdürftig bei einigen sehr bekannten Vulkanen bestimmen lasse, was Produkt ihrer Art sey, und was sie gewöhnlich liefern müssen. Aber wie viele Vulkane giebt es, welche wir von Grund aus kennen? Ich glaube, nicht einen einzigen. Und wären auch die Erzeugnisse von mehrern unter ihnen durchaus bekannt, so würde doch die Form derselben keine Nothwendigkeit, sondern lediglich eine in manchem Betrachte unsichre Analogie für sich haben, worauf man in Wahrheit nicht immer so zuversichtlich bauen darf. Mir scheint es daher, dass jedes entscheidende Urtheil über das, was in Vulkanen vorgehen kann oder nicht, eine zu dreiste Anmassung ist. Es hat überdies noch niemand angegeben, wie sich streckbares Eisen verhält, wenn es geschmolzen ist. Warum will man sich denn getrauen, zu behaupten, dass die äussern Kennzeichen der sibirischen Eisenmassen und ähnlicher Körper die wahren Merkmahle eines ehemahligen Zustandes der Schmelzung sind? Können sie denn nicht das blasige Ansehen auf irgend eine andre Art, als gerade durch Schmelzung, und in irgend einem andern Zustande, als gerade in ihrer vollkommnen Dehnbarkeit erhalten haben? Ich glaube, dass unsre metallurgischen Kenntnisse für jetzt noch nicht so vollendet sind, um diese Fragen durchaus verneinen zu dürfen.

Ohne mich hier noch bei einigen andern minder erheblichen Meinungen aufzuhalten, welche Herr D. Chladni als Beweise für seine Hypothe-

se eines cosmischen Ursprungs der angeblichen meteorischen Eisenmassen angesehen wissen will, gehe ich zu der Betrachtung eines merkwürdigen Umstandes über, welchen der eben genannte Gelehrte zwar als einen gültigen Beweis für die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Pallasschen Eisenmassen und ähnlicher Körper anführt, wodurch sich aber, nach unumstöſslichen mathematischen Gründen, gerade das Gegentheil darthun läſst. Es haben nämlich einige Physiker geglaubt, den von Comus angestellten Versuchen zufolge, *) behaupten zu dürfen, daſs die gediegnen Eisenmassen durch einen *Blitz* geschmolzen worden wären. Noch andre haben sie für Eisenoxyd angesehen, welches überall auf dem Erdboden anzutreffen und durch den Blitz reducirt worden sey. Hiergegen führt nun Hr. D. Chladni Folgendes an: „*Erstlich* lasse sich zwar die Möglichkeit der Reduction und Schmelzung des Eisens durch den electrischen Funken nicht läugnen, da letzterer nicht allein dies thun, sondern auch sogar Quarz in Fluſs bringen könne; aber es sey doch nicht wahrscheinlich, daſs ein Blitz 15000 bis 17000 Pfund Eisen auf einmahl zu schmelzen oder zu reduciren vermöge. *Nur als Feuerkugel könne eine solche Masse geschmolzen werden.* (Vergl. §. 14 a. a. O.) Fürs *zweite* treffe man diese Massen zu Tage ausstehend, und nicht in einiger Tiefe, wo

*) Crell's *Beiträge zu den chemischen Annalen*, 1784. *W.*

allenfalls ein solches Schmelzen vom Blitze eher angehen könne. (S. 51 f.) Zum *dritten* habe auch Beccaria Unrecht, wenn er annehme, dass, so wie er durch einen vermittelst der Electrisirmaschine verdampften Wassertropfen kleine metallische Körper fortschleuderte, der Blitz die angeblichen meteorischen Massen auf eben dieselbe Art von einer Stelle zur andern fortschleudere; denn es wäre sonderbar, wenn bloss diese Massen der Fortschleuderung unterworfen seyn sollten, etc."

Was den *ersten* dieser Gründe betrifft, so sehe ich nicht ein, woher man berechtigt sey, zu sagen, dass eine gediegne Eisenmasse *nicht anders, als in einer Feuerkugel* geschmolzen werden könne. Es dürfte nicht befremden, wenn die gediegnen Eisenmassen, wo auch nicht immer, doch am öftersten vom Blitze getroffen würden, da dieses Metall unter allen electrischen Leitern einer der vorzüglichsten ist, und eben darum den Blitz weit stärker, als alle benachbarten Körper andrer Art, anlocken muss. Der *zweite* Hauptgrund, nämlich die seichte Lagerung jener gediegnen Eisenmassen in den Erdschichten, oder ihr geschiebeartiges Vorkommen, widerlegt vielmehr Herrn D. Chladni's eigne Hypothese gänzlich. Denn wären jene Körper, von denen einige 300 Zentner schwer gefunden worden sind, aus dem weiten Himmelsraume mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 geographischen Meilen in 1 Sekunde auf die Erde herabgestürzt; so hätten sie wahrlich nicht können oben auf liegen bleiben, son-

dern hätten viele hundert Klafter tief in den Boden einſchlagen müſſen, ſelbſt wenn der Stoſs unter einem ſehr ſchiefen Winkel geſchehen wäre. Nach den Verſuchen, welche man über die Schuſsweiten der Bomben angeſtellt hat, (m. ſ. *Anfangsgründe der Artillerie von* Carl Auguſt Struenſee, Leipzig und Liegnitz 1769, 2te Aufl., S. 326,) wird ein ſolcher Körper, der ohne Pulver etwa einen Zentner zu wiegen pflegt, aus einem 12zölligen Mörſer, mit einer ſphäriſchen Kammer, durch 18 Pfund Pulver, unter einem Erhebungswinkel von 45 Graden 10800 rheinl. Fuſs weit geworfen; folglich muſs ſeine gröſste Höhe, zu welcher er emporſteigt, 2700 Fuſs betragen. Durch den Fall aus dieſer Höhe muſs die Bombe eine zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit von 408 Fuſs erlangen, und mit dieſer dringt ſie gewöhnlich 3 bis 4 Fuſs tief in den lockern Erdboden ein. Läſst man nun eine andre Maſſe von eben dem Umfange und abſolutem Gewichte *) mit einer Geſchwindigkeit von 6 geographiſchen Meilen auf die Erdfläche herabſtürzen, ſo müſſen die Tiefen der Löcher, nach mechaniſchen Geſetzen, im Verhältniſſe der Quadratzahlen dieſer Geſchwindigkeiten von 408 Fuſs und

*) Da die angeblichen meteoriſchen Eiſenmaſſen ſehr blaſig und mit andern Körpern gemengt ſind; ſo darf man hier, ohne einen groſsen Fehler zu begehen, das Volum und abſolute Gewicht einer Bombe und einer ſolchen Maſſe einander gleich ſetzen. *W.*

6 Meilen stehn. Wo bleibt hier die Möglichkeit, dass Körper dieser Art zu Tage ausstehend gefunden werden können? Sind etwa hohe Gebirge an der Stelle, wo sie vor undenklichen Jahrtausenden einschlugen, so weit weggeschwemmt worden, dass sie nun bloss da liegen? Oder findet man sie jederzeit nur auf Felsgebirgen ruhend, wo sie nicht über einige Zoll tief eindringen konnten? So unglaublich und unwahrscheinlich das Erstere ist, eben so sehr streitet dies Letztere wider alle Erfahrung; denn stürzte eine glühende noch fliessende Eisenmasse mit einer so ausserordentlichen Vehemenz auf eine Granitklippe oder auf irgend ein Flözlager herab, so würde sie entweder in das Felsengebirge tief hineinschlagen, oder wenn der Widerstand zu gross wäre, doch wenigstens in Millionen Stücke zerspringen und weit umher zerstreuet werden. — Da sich diese cosmischen Eisenklumpen, nach Herrn D. Chladni's Hypothese, in eignen Bahnen um die Sonne bewegen, und aus diesen von der Attraction unsers Planeten herausgerissen werden, so können einestheils die Fälle, wo dergleichen Körper unsre Erde vermittelst eines centralen Stosses treffen müssten, gar nicht so selten seyn; anderntheils muss die Tangentialkraft, welche sie zu einer Jahresbewegung um unsre Sonne nöthigt, gewiss nicht viel grösser, oder kaum so gross als die Centripetalkraft nach unsrer Erde seyn, (denn sonst könnte diese letztere weiter nichts, als eine beträchtliche Störung in ihrer Bahnbewegung verur-

fachen,) und dann ist es nicht wohl möglich, dass sie unter einem Winkel kleiner als 45° auf die Horizontalebene herabfallen. Gesetzt indess auch, dass der Winkel, unter welchem der excentrische Stoss gegen den Horizont geschieht, nur 30° beträgt; so wird doch die Gewalt, womit der fallende Körper in diesem Falle gegen den Erdboden schlägt, noch halb so gross seyn als die Gewalt des centralen Stosses. Man verringere daher die Geschwindigkeit auch noch so sehr, und nehme z. B. nur die *mittlere* Geschwindigkeit, womit Feuerkugeln und Sternschnuppen sich in unsrer Atmosphäre zu bewegen pflegen, so würden wir doch die sibirische Eisenmasse so wenig, wie andere Körper dieser Art, auf unsrer Erde wiederfinden können, wenn sie aus dem hohen Himmel auf unsern Planeten herabstürzten. Ihre entsetzlichen Spuren würden wir sehen; sie selbst aber, indem sie gewaltig tief in der Erde stecken oder in Millionen Stückchen zersplittert seyn müssten, niemahls entdecken.

Hiermit fällt nun, nach meiner Ueberzeugung, auch die kühne Hypothese weg, welche neulich ein bekannter französischer Gelehrter in Schutz genommen zu haben scheint, und wonach die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper *Auswürflinge der Vulkane im Monde* seyn sollen. Ob es solche Vulkane wirklich geben möge? Das ist freilich eine Frage, die sich nicht leicht beantworten lässt; denn es kann immer seyn, dass die Aehnlichkeit zwischen unsrer Erde und ihrem Trabanten bloss scheinbar

ist, und dass die Mondalpen nicht nur einen ganz andern Ursprung haben, sondern auch aus ganz anderer Masse geformt sind, als die vulkanischen Kegelberge *) unsers Planeten. „Die aus der Luft „gefallenen Steine," urtheilt man, „gehören nicht „auf unsrer Erde zu Hause; wo sollten sie denn „nun anders herkommen, als von dem uns zunächst „schwebenden Himmelskörper? Und da sie diesem „durch die blosse Attraction des Hauptplaneten „nicht entführt werden können; wie sollte dies an„ders angehen, als dass des Mondes eigne Wurf„kräfte hierzu die erste Veranlassung gaben?" Was die Behauptung betrifft, dass die aus der Luft gefallnen Mineralkörper nicht auf unsrer Erde zu Hause gehören, so beziehe ich mich auf das, was ich im Vorigen schon darüber gesagt habe. Aber in Rücksicht auf den übrigen Theil dieser Schlussfolge halte ich für nöthig, hier noch zu beweisen, dass sie ungegründet ist, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Weil die gar geringe Tiefe, zu welcher diese Körper in unsern Erdboden eindringen, der sehr grossen Geschwindigkeit, welche sie durch das Herabfallen vom Monde erlangen müssten, nach

*) Da der allergrösste Theil der Erdgebirge sein Entstehen, wenigstens der äussern Figur nach, dem fliessenden Wasser zu verdanken hat; so findet zwischen den Oberflächen unsrer Erde und des Mondes wenig Aehnlichkeit statt, weil wir auf der letztern keine Wasserbehälter entdeckt haben. *W.*

Gründen der Mechanik widerstreitet; 2. weil die Zeit ihres Falles vom Monde herab viel zu lang ist, als dass sie glühend bleiben könnten; 3. weil man keinen wahrscheinlichen, viel weniger einen überzeugenden Grund hat, auf dem Monde so erstaunliche Wurfkräfte anzunehmen, als zum Fortschleudern der grössten vulkanischen Auswürflinge erforderlich wären; 4. weil diese letztern eben deshalb nicht in so tiefen geographischen Breiten niederfallen könnten, wie sie in Sibirien gefunden worden sind; und 5. weil die festen Meteorkörper nicht einmal 2 Erdhalbmesser hoch herabgefallen seyn können. — — — *)

Meine Absicht bei diesen kritischen Bemerkungen ging dahin, den Leser aufzufordern, dass er bei der *genauern Prüfung* der neuern Erklärungen dieser Meteore wohl unterscheiden möge, was blosse Hypothese und was Thatsache ist. Die Naturforschung sollte billig in den Zusammenhang unsrer physikalischen Erkenntnisse nichts aufnehmen, als bestätigte Wahrheit. Sie hat in dieser Hinsicht zwei

*) Herr Prof. Wrede gründet den Beweis dieser Behauptungen auf Berechnungen, die ich übergehe, da sie mir zu mangelhaft und deshalb nicht stringent zu seyn scheinen. Ueber den Widerstand, den der selenitische Ankömmling in der ganzen Atmosphäre leiden würde, finden sich einige Berechnungen von Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 156 f. *d. H.*

Gerichtsbarkeiten, die *Physik* und die *Chemie*, vor welche Behörden jede Meinung gezogen werden muſs, die nicht das Reſultat unmittelbarer Wahrnehmungen, ſondern bloſs die Frucht der Einbildung iſt. Bei dem in dieſer Abhandlung beleuchteten Gegenſtande hat die Chemie, ſeit einiger Zeit, ihre Obliegenheit erfüllt. Wir haben durch die geſchickteſten Scheidekünſtler unſrer Zeit, einen Klaproth, Vauquelin, Howard u. ſ. w., den Gehalt derjenigen Stoffe kennen gelernt, woraus die angeblichen feſten Meteorkörper zuſammengeſetzt ſind. Ihren Unterſuchungen zufolge beſtehen ſie aus *Kieſelerde*, *Talkerde*, *Eiſen*, *Nickelmetall* und *Schwefel*, lauter unzerlegte Stoffe, welche auf unſrer Erdkugel *einheimiſch* ſind! Hieraus würde nicht nur die Möglichkeit, ſondern auch die höchſte Wahrſcheinlichkeit hervorgehen, daſs jene meteoriſchen Maſſen einen telluriſchen Urſprung haben. Aber ihre Structur trägt ſo etwas Fremdes an ſich, was bisher auf dem gewöhnlichen Wege der mineralogiſchen Unterſuchungen nicht vorgekommen iſt, und gleichwohl zeigt ſich eine auffallende Gleichförmigkeit in derſelben; auch kommen dieſe Körper in Gegenden vor, die von feuerſpeienden Bergen weit entlegen ſind. Daher will man ſie weder für *Auswürflinge der Erdvulkane*, noch für *Niederſchläge* ganz eigner ſynthetiſch - chemiſcher Operationen in unſrer Atmoſphäre, ſondern lieber für auswärtige Maſſen anſehen, die ſich in den ſternloſen Räumen des Himmels entweder urſprünglich befinden, oder von Zeit

zu Zeit darin erzeugen, oder die weit und breit umherfliegende Stücke zersprengter Sternkugeln sind. *) Da sich nun das Gebiet der Chemie nicht so weit erstreckt, dass sie über Behauptungen dieser Art einen entscheidenden Ausspruch thun könnte, so muss die Physik den Faden der Untersuchung da aufnehmen, wo es nöthig ist, die Phantasie in den Schranken des Gesetzes und der Beweise zu halten, um zu verhüten, dass wir nicht voreilig unsre Aufmerksamkeit von der Erde wegwenden, und darüber theils die sorgfältigere Untersuchung desjenigen, was uns so nahe liegt, verabsäumen, theils wichtige Entdeckungen hier auf unserm einheimischen Boden, der doch an Problemen noch so reichhaltig ist, durch unsre eigne Schuld verspäten.

Möge diese Bemerkung dem gegenwärtigen Aufsatze zur Rechtfertigung dienen. Er giebt allerdings nur ein verneinendes Resultat, dass nämlich der nicht-tellurische Ursprung der festen Meteorkörper bis jetzt unerwiesen ist; aber es wird doch wenigstens, wenn anders die vorhergehende Schlussreihe wahr ist, der eine Gewinn dadurch erhalten werden, dass das Feld der Untersuchung jetzt an Ausdehnung verliert und sich desto leichter überschauen läst. Mit Einem Worte, ich will, dass

*) Man hat diese letztern Meinungen wirklich geäussert. Herr Olbers in Bremen glaubt sogar, dass Ceres und Pallas ehemahls einen einzigen Planeten ausgemacht haben, welcher in mehrere Stücke zersprengt worden sey. *W.*

man mit der Unterſuchung, welche durch die aus der Luft gefallnen Mineralkörper veranlaſst worden iſt, hier unten auf unſrer Erde und in ihrer Atmoſphäre ſtehen bleibe. Es würde Anmaſsung ſeyn, wenn ich beſtimmen wollte, hier oder dort müſſe die Urſache der ſonderbaren Phänomene liegen; das Eiſen müſſe z. B. im Waſſerſtoffgas aufgelöſet und aus dieſem reguliniſch niedergeſchlagen werden, ſo wie, nach Tromsdorff's neuern Verſuchen, das Arſenikmetall aus dem Arſenikwaſſerſtoffgas reguliniſch abgeſchieden werden kann. *) Aber zweierlei getraue ich mir zu behaupten: erſtlich, daſs die Möglichkeit des terreſtriſchen Urſprungs jener fe-

*) Eine Stelle aus Dalton's *Experimental Eſſay's* in den *Memoirs of Mancheſter*, Vol. V, P. 2, p. 535 f., die ſich am Ende des erſten *Eſſay*, „über die Beſchaffenheit gemiſchter Gasarten und der Atmoſphäre," findet, verdient hier ausgehoben zu werden. Dalton fügt dort den Betrachtungen, welche man aus den *Annalen*, XII, 385, und XIII, 438, kennt, folgende Bemerkung bei: „Lavoiſier glaubte, die höhern Regionen der Atmoſphäre wären mit einem brennbaren Fluido erfüllt, welches der Sitz des Nordlichts und andrer feuriger Meteore ſey. Dieſe Meinung iſt nicht unwahrſcheinlich; nur kann dieſes Fluidum nicht Waſſerſtoffgas ſeyn, weil die Theilchen des Waſſerſtoffgas ſich mit den Theilchen der übrigen Gasarten in der Atmoſphäre nicht repelliren, wie daraus erſichtlich iſt, daſs es ſich durch dieſe Gasarten faſt augenblicklich verbreitet und mit ihnen mengt. In dieſen höhern Regionen giebt es

sten Meteorkörper sich nicht abläugnen läſst; denn wer kennt das Innere unsrer Erde und Atmosphäre so genau, daſs er mit Gewiſsheit sagen dürfte: es ist unmöglich. Fürs zweite halte ich mich überzeugt, daſs Feuerkugeln mit Inbegriff der Sternschnuppen ganz andre Materien sind, als die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper, und daſs diese letztern, wenn sie anders wahre Meteore sind, einen eignen Namen verdienen. Anstatt aller Beweise für diese letztere Behauptung gebe ich nur dies Eine zu bedenken, daſs, wenn jede gemeine Feuerkugel und Sternschnuppe, unter der alljährlich zu

vielen

vielleicht Gasarten, die selbst, oder deren Grundstoffe wir hier unten nicht haben, und deren Theilchen sich mit denen unsrer Atmosphäre, nach der ersten oder der zweiten Hypothese, repelliren. Sind sie zugleich specifisch leichter, so müssen sie über die atmosphärische Luft aufschwimmen, und dadurch sich für immer den Nachforschungen des Physikers entziehn. Lavoisier bemerkt, daſs sich vielleicht selbst Metalltheilchen in der Atmosphäre befinden. In meinen *Meteorological Essays*, p. 180, habe ich gezeigt, daſs eine Flüſsigkeit, welche *magnetische* Eigenschaften besitzt, und die wir daher nicht umhin können für *eisenartig*, (*of a farruginous quality*,) zu halten, die höhern Regionen der Atmosphäre einnehme; wahrscheinlich würde es aber hier immer über die Kräfte des Naturforschers gehn, die Natur eines so feinen und so entfernten Fluidi auszumitteln." d. H.

vielen Taufenden erfcheinenden Menge, ein Meteorftein wäre, unfer Erdboden von Körpern diefer Art fchon längft überfäet, oder auch zerlöchert, und in den Jahrtaufenden unfrer Gefchichte unzähliger Schaden durch fie angerichtet feyn müfste. Ich bin alfo gewiffermafsen der Meinung Bergmann's, welcher verfchiedne Arten von Feuerkugeln annahm, und ich zweifle nicht, dafs ich dadurch am beften vor Irrthum gefichert feyn werde. Diefemnach würde ich einen Unterfchied machen zwifchen feurigen Meteorkörpern, die in *fefter* und *nicht-fefter* Geftalt erfcheinen. Diefe letztern zeigen fich unftreitig am häufigften, und jene fehr fparfam. In diefer Hinficht dürfte ich dann auch kein Bedenken tragen, der Behauptung des Herrn D. Chladni Recht zu geben, dafs Feuerkugeln, fofern darunter nicht die *gewöhnlichen*, wohin auch die Sternfchnuppen gehören, fondern die feften aus der Luft herabgefallnen Maffen verftanden werden, äufserft feltne Erfcheinungen find.

Was den Urfprung der *nicht-feften* Feuerkugeln und Sternfchnuppen betrifft: fo ift nicht zu läugnen, dafs er einzig und allein in unfrer Atmofphäre gefucht werden müffe, weil viele diefer Meteore fehr niedrig erfcheinen und nahe über der Erdoberfläche fortfchiefsen, oder fich in den untern Gegenden der Atmofphäre bilden und nach allen möglichen, bald fchrägen, bald lothrechten Richtungen in die obern Gegenden hinauffahren. — Sind die *feften* Meteor-

körper keine *vulkanischen Produkte*, so ist es wahrscheinlich, dass in dem chemischen Laboratorium unsrer Atmosphäre zuweilen Ereignisse vorgehen, wodurch die der Rigidität fähigen Körper aus ihrem Zustande der Auflösung in elastisch flüssigen Mitteln schnell in den Zustand der Festigkeit versetzt werden. Es muss nicht aus der Acht gelassen werden, dass man bei dem Steinregen zu Siena 1794 in einer ansehnlichen Höhe über derjenigen Stelle, wo diese Mineralkörper niederfielen, kleine Wolken, und an diesen, vor jedem Herabstürzen der erstern, eine ganz besondere Bewegung wahrgenommen hat. So sind mehrere Erscheinungen der Art, (wenn vorausgesetzt werden darf, dass jedes Mahl feste Körper dabei vorhanden waren,) von Umständen begleitet gewesen, welche auf etwas andres hindeuten, als dass bloss ein geworfner Stein durch die Luft hinfuhr. Manchmahl kündigten diese Phänomene sich mit einem entsetzlichen Getöse an, welches bald dem Knalle einer Kanone, bald einem Donner, bald dem Gerassel vieler Wagen glich, u. s. w. Girtanner stellte sich das Entstehen eines Donners so vor, dass eine Menge Wasser, welche sehr plötzlich aus dem gasförmigen Zustande in den tropfbaren versetzt würde, ein Vacuum bilde, in welches die atmosphärische Luft von allen Seiten zusammenfahre, und dadurch eine Erschütterung veranlasse, wodurch ein heftiger Schall verbreitet werde. Wenn man sich noch andre, als tropfbare,

nämlich feste Körper in der gasförmigen Flüssigkeit, die unsre Erdkugel umgiebt, aufgelöst denken darf, so liesse sich die Girtannersche Vorstellung auf ihre Reduction zur festen Körperform anwenden. Dem sey wie ihm wolle, so muss auf jeden Fall eine gewaltige chemische Entmischung in der Atmosphäre statt finden, wenn sich *solche* Feuerkugeln bilden, die Donnerschläge verursachen, welche auf 80 Meilen weit gehört werden können. (Siehe Torb. Bergm. *Physik. Beschreibung der Erdkugel*, Bd. 2. S. 79 e.) Dürften wir nicht alle festen Körper überhaupt, die zuweilen aus der Luft herabgefallen sind und noch andre Grundstoffe enthalten haben sollen, als die bisher chemisch untersuchten, (m. s. Chladni's oben angef. Schrift, S. 26,) für Beispiele ansehen, wie die Natur zu Werke geht, um feste Körper zu bilden, und für Beweise, dass sie nicht immer nöthig habe, den Weg der langsamen Schmelzung im Feuer und der noch weit langsamern Krystallisirung in tropfbaren Flüssigkeiten zu nehmen? Unsre Chemie kennt bis jetzt nur diese beiden letztern Methoden; aber wie mangelhaft überhaupt ist auch zur Zeit noch ihre Synthesis, und wie weit hinter der Analyse zurück! — — Wären wir mit den Gesetzen genauer bekannt, wonach die Natur verfährt, indem sie Körper, an denen wir nur die feste und tropfbare Form gewohnt sind, z. B. Eisen und Erden, unfähig macht, durch unsre empfindlichsten Reagentien weder in

tropfbaren noch in gasförmigen Flüssigkeiten entdeckt zu werden; so würden uns unstreitig Erscheinungen, wie die hier betrachteten, nicht mehr befremden. Aber noch sind wir nicht im Besitze einer Erfahrung, die wir als Analogie darauf anwenden, das heisst, die jene Phänomene uns begreiflich machen könnten; wir dürfen für jetzt bloss zweifelhaft vermuthen, und müssen die nähern Aufschlüsse darüber erst von der, an gesammelten Thatsachen hoffentlich reichern, Zukunft erwarten.

VI.

VERSUCHE
über Wärme und Kälte, die bei mechanischer Verdichtung und Verdünnung der Luft entstehn,

von

JOHN DALTON
in Manchester. *)

Wird in einem Recipienten, worin ein Thermometer eingeschlossen ist, die Luft schnell verdichtet, so steigt das Thermometer einige Grade über die Temperatur der Luft; umgekehrt sinkt es um einige Grade, wenn die Luft im Recipienten verdünnt wird. In beiden Fällen tritt das Thermometer nach einiger Zeit wieder zu seinem vorigen Stande zurück. Diese Thatsachen sind den Physikern wohl bekannt; nur in der Erklärung derselben stimmen sie nicht überein. Ich hielt es der Mühe werth, eine Reihe von Versuchen darüber anzustellen. Sie führen, wenn ich nicht irre, zu einem deutlichen Aufschlusse über die Ursach des Phänomens, und lassen das Factum selbst aus einem etwas andern Gesichtspunkte erscheinen, als woraus es sich beim ersten Anblicke zeigt.

Ein Umstand verdient vorzüglich Bemerkung, dass nämlich das Quecksilber in diesen Versuchen

*) Aus den *Memoirs of the Soc. of Manchester*, Vol. 5, P. 2, p. 515. *d. H.*

immer *sehr schnell* steigt oder fällt, während es in der freien Luft, wenn es 2 oder 3 Grade über oder unter der Lufttemperatur steht, seinen Stand nur sehr langsam ändert. Dieses scheint alle auf die Idee gebracht zu haben, die Glaskugel des Thermometers gebe vermöge ihrer Elasticität dem Luftdrucke etwas nach; dass dieses indess nicht der wahre Grund sey, wird daraus klar, dass die Wirkung gleichmässig statt hat, das Thermometer mag zugeschmolzen oder offen seyn. Ein Thermometer, das ich nicht zugeschmolzen hatte, veränderte sich immer auf eben die Art und eben so stark, (einige nachher zu erwähnende Umstände ausgenommen,) als ein anderes, das zugeschmolzen war; die Ungleichheit des Drucks auf die Glaskugel hatte daher keine merkbare Wirkung auf den Thermometerstand, und die Ursach musste auf einer wirklichen Veränderung in der Temperatur beruhen.

Zu den folgenden Versuchen hatte ich ein so kleines und empfindliches Thermometer ausgewählt, dass die Gradscale gross genug war, dass sich daran noch $\frac{1}{10}$ Grad unterscheiden liess.

Versuch 1. Dieses Thermometer hing ich mit seiner Kugel mitten in einen Recipienten, der ungefähr 120 Kubikzoll fasste. Nachdem alles die Temperatur des Zimmers, das nicht geheizt war, angenommen hatte, pumpte ich die Luft aus dem Recipienten, und liess sie darauf wieder hinein, wobei der Thermometerstand sorgfältig beobachtet

wurde. Das Mittel aus mehrern Versuchen, die nahe zusammenstimmten, war folgendes:

Das Therm. stand in d. Luft d. Zimmers auf 36,8° F.
beim Auspumpen sank es bis auf 34,7
beim Zulassen der Luft stieg es bis auf 38,9

Die Schnelligkeit des Sinkens und des Steigens setzte mich am meisten in Verwunderung. Einiges Nachdenken führte mich auf die Vermuthung, die wirkliche Temperaturveränderung der Luft oder des Mittels möge in der That weit grösser seyn, als das Thermometer sie angiebt, jedoch nur wenige Sekunden dauern, weil der Recipient und Teller einer geringen Luftmenge, die kaum 40 Gran wiegt, augenblicklich Wärme zuführen oder nehmen. Die Erscheinungen am Thermometer schienen dieser Annahme einer *grossen Wärme oder Kälte*, die auf dasselbe nur wenige Sekunden einwirke, sehr gut zu entsprechen.

Versuch 2. War diese Annahme richtig, so musste von zwei Thermometern, das eine mit einer kleinen, das andre mit einer grössern Kugel, die im Recipienten aufgehangen wurden, das erstere beträchtlichere Variationen als das letztere zeigen. Ich brachte daher zwei Thermometer hinein, deren Kugeln, die eine 0,35, die andere 0,65 Zoll im Durchmesser hatten, und wiederhohlte den vorigen Versuch. Die mittlere Variation des mit der kleinern Kugel betrug 2,8°, und des mit der grössern Kugel 2,2°.

Verfuch 3, mit dem kleinen Thermometer in drei verfchiednen Lagen. Als die Thermometerkugel 1. fich im Mittelpunkte des Recipienten befand, 2. das naffe Leder des Tellers, und 3. die Seite des Recipienten berührte, fank das Thermometer beim Auspumpen und ftieg es beim Einlaffen der Luft um folgende Gröfsen:

	fank es	ftieg es
in der erften Lage	um 2,45°	um 4,05°
in der zweiten Lage	2,15	2,25°
in der dritten Lage	1,2	2,8

Verfuch 4. Als ich die Thermometerkugel im Recipienten in ungefähr 1 Kubikzoll Waffer getaucht hatte, das fich in einem Weinglafe befand, fank das Thermometer beim Auspumpen plötzlich um $\frac{1}{2}$° und blieb dann ftehn. Beim Hineinlaffen der Luft ftieg es plötzlich wieder $\frac{1}{2}$°. — Alle diefe Verfuche beftätigen meine Vermuthung, dafs in ihnen ein weit höherer Grad von Wärme und Kälte erzeugt wird, als das Thermometer anzeigt, der aber nur zu kurze Zeit dauert, um die Temperatur des Queckfilbers demfelben ganz entfprechend ändern zu können. Die folgenden Verfuche follten dienen, wo möglich, den *wahren* Wärme- und Kältegrad, der in diefen Prozeffen entfteht, auszumitteln.

Verfuch 5. Der Recipient, deffen ich mich in allen diefen Verfuchen bediente, wurde, wie ich fand, vermittelft der Luftpumpe *in einer Minute* exantlirt. Das kleine Thermometer fank in der erften halben Minute nahe 2°, und in der zweiten

halben Minute um die wenigen übrigen Zehntelgrade. Als nun alles in unverändertem Zustande blieb, wurden einige Minuten erfordert, bevor das Thermometer *einen* Grad der verlornen Wärme wieder erlangte. Beim Oeffnen des Hahns füllte sich der Recipient in 5 Sekunden mit Luft, und die gröfste Geschwindigkeit im Ansteigen des Quecksilbers fiel ungefähr auf das Ende dieser Zeit. Das Ansteigen dauerte 30 bis 40 Sekunden lang; $\frac{3}{4}$ des Effects erfolgten aber in den ersten 10 Sekunden. Die gröfste Geschwindigkeit, mit der das Quecksilber stieg, war 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde. Nachdem das Thermometer den höchsten Stand erreicht hatte, fiel es um ungefähr $\frac{1}{10}$° in jeder Minute.

Versuch 6. Wurde dasselbe Thermometer bis 50° über die Temperatur der Luft erwärmt, und liefs ich es in der Luft sich abkühlen, so fing es an zu fallen, ebenfalls nach dem Verhältnisse von 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde.

Die beiden letzten Versuche scheinen zu beweisen, dafs, wenn Luft auf die gewöhnliche Art in den Recipienten gelassen wird, *das Medium im Recipienten eine Temperaturerhöhung von* 50° *F. auf* $3\frac{1}{2}$ *Sekunde* (for $3\frac{1}{2}$ seconds) *erleidet.* Diese hohe Temperatur wird in *einigen wenigen Sekunden* von dem Recipienten und den umgebenden Körpern zu ihrer eignen Temperatur herabgebracht.

Die folgenden Versuche wurden mit *verdichteter Luft* angestellt.

Versuch 7. Der Recipient zum Verdichten der Luft bestand aus einer Glaskugel, die einen mehr als noch einmahl so grossen Inhalt als der vorige Recipient hatte, (ungefähr 1 Gallon fasste,) und mit einer messingnen Kappe und einem Hahne versehn war. Ich hing in dem Mittelpunkte derselben ein Thermometer mit einer grössern Kugel als das vorige auf, und verdichtete darauf die Luft vermittelst einer Condensationspumpe bis zum Doppelten. Das Thermometer stieg dabei um 2° oder mehr. Als ich nun die Luft plötzlich herausliess, sank das Thermometer augenblicklich stets um 3° bis 3,5°. Zugleich entstand ein ausserordentlich dichter Dunst im Recipienten, der bald verschwand.

Da ich vermuthete, dass *Wasserdunst*, dergleichen immer in der Atmosphäre existirt, und der nach Umständen bald tropfbar-flüssige, bald Luftgestalt annimmt, die Hauptursach der Erzeugung von Wärme und Kälte beim Condensiren und beim Verdünnen der Luft sey; so glaubte ich, würde durch Vermehrung desselben eine grössere Wirkung hervorzubringen seyn, und müsste kalte Luft, die weniger Wasserdunst enthält, eine geringere Wirkung erzeugen. Allein es fand das Umgekehrte statt, wie aus Folgendem erhellt.

Versuch 8 *und* 9. An einem kalten Morgen, im Winter von 1800 auf 1801, als bei heiterm Himmel das Thermometer auf 20° stand, setzte ich Recipienten und Condensationspumpe 15 Minuten lang in die freie Luft, damit sie dieselbe Temperatur an-

nehmen sollten, condensirte dann die Luft bis zum Doppelten, und öffnete nun schnell den Hahn, worauf das Quecksilber nach einem Mittel aus 5 Versuchen um 3,3° fiel. Der niedergeschlagne Dunst war weisser und nicht ganz so dicht als gewöhnlich.

Ich setzte darauf Recipienten und Luftpumpe in einen Färberofen, dessen Temperatur ungefähr 100° betrug, und wo die Luft voll Wasserdunst in durchsichtigem Zustande war. Ich wiederhohlte nach einiger Zeit mit ihnen den vorigen Versuch, und jetzt sank das Thermometer nach einem Mittel aus 5 Minuten nur um 3°, und es schlug sich ein so stärker und dichter Nebel nieder, dass sich durch ihn die Thermometergrade nur eben noch erkennen liessen.

Diese Versuche zeigen, dass, je grösser die Menge des condensirten Wasserdunstes ist, die Temperaturveränderung desto kleiner ausfällt, und dass folglich in Luft, die ganz frei von Wasserdunst wäre, die Temperaturveränderung ein *Maximum* seyn würde. Dieses stimmt auch ganz mit dem bekannten Gesetze überein, dass, wenn Dämpfe condensirt werden, Wärme frei wird. Jeder Prozess, der die Luft abkühlen soll, muss durch Condensirung eines Theils des Wasserdampfs, den sie enthält, retardirt werden. Man setze z. B., dass ein Theil der Atmosphäre $\frac{1}{60}$ ihres Gewichts an Wasserdampf enthalte, und dass bei einer Kälte von 50° davon $\frac{1}{2}$ condensirt werden, folglich $\frac{1}{160}$ der ganzen elasti-

schen Flüssigkeit in Wasser verwandelt werde; so muss die Wärme, die dabei frei wird, hinreichen, die Temperatur der ganzen übrigen Luft- und Dampfmasse um 6 oder 8 Grad zu erhöhen, und dieses reicht völlig hin, den geringen Unterschied zwischen den Resultaten mit warmer feuchter und kalter trockner Luft genügend zu erklären. Es fehlt folglich so viel daran, dass Wasserdunst die Veränderungen der Temperatur, von denen hier die Rede ist, bewirke, dass er vielmehr die Wirkung vermindert.

Aller Zweifel, der mir noch über die *wahre* Temperaturveränderung, so wie ich sie oben bestimmt habe, übrig blieb, wurde durch die Resultate der beiden folgenden Versuche vollständig weggeräumt.

Versuch 10. In den grossen Recipienten wurde eine dünne graduirte Glasröhre gebracht, die 10 Zoll lang und nur $\frac{1}{15}$ Zoll weit, und am einen Ende zu, am andern offen war. Durch etwas Quecksilber wurde darin eine Luftsäule von gegebner Länge gesperrt, vermittelst deren sich die geringsten Veränderungen in der Elasticität der eingeschlossnen Luft wahrnehmen liessen. Ich verdichtete nun die Luft im Recipienten bis zum Doppelten und öffnete auf einen Augenblick den Hahn. Sogleich lief das Quecksilber in dem kleinen Manometer bis zu seinem vorigen Stande hinauf. Kaum war aber der Hahn wieder geschlossen, so sank das Quecksilber allmählig 5 bis 10 Sekunden hindurch um nahe $\frac{1}{10}$

der ganzen Luftsäule, und blieb darauf stehen. Oeffnete ich den Hahn aufs neue und liess einen Antheil Luft entwischen, so stieg das Quecksilber wiederum bis zu seinem anfänglichen Stande. Bei Wiederhohlung des Versuchs war der Erfolg immer derselbe.

Versuch 11. Vermittelst eines Drahtes wurde die Quecksilbersäule des Manometers so weit herabgebracht, dass sie nur um $\frac{1}{4}$ der Röhre von dem verschlossnen Ende abstand, und nun die Luft im Recipienten bis auf $\frac{1}{4}$ verdünnt, so dass das Quecksilber bis an das offne Ende der Röhre stieg. Als ich darauf den Hahn öffnete, fiel das Quecksilber bis zu seinem anfänglichen Stande zurück, und als ich den Hahn sogleich wieder schloss, stieg es allmählig 5 bis 10 Sekunden lang, bis auf *mehr* als $\frac{1}{10}$ seiner ursprünglichen Höhe über den Punkt des Stillstandes, und blieb darauf, bis der Hahn wieder geöffnet wurde, worauf es zu seinem anfänglichen Stande zurückkehrte.

Die Erscheinungen in diesen beiden letztern Versuchen lassen sich nur auf folgende Art erklären. Die Luft im Recipienten und im Manometer wird nahe bis zu gleichem Grade verdünnt. Wird das Gleichgewicht der Wärme in der Luft durch Verdichtung oder Verdünnung aufgehoben, so stellt es sich im Manometer *augenblicklich* wieder her, wegen der grossen Fläche, worin Luft und Glas sich berühren. Im grossen Recipienten geht dagegen eine wahrnehmbare Zeit von 10 Sekunden und

mehr darauf hin, dafs fich das Gleichgewicht durch die ganze Capacität deffelben wieder herftellt. Bei diefer Wiederherftellung vermehrt oder vermindert fich die Elafticität der im Recipienten eingefchloffenen Luft, und verurfacht dadurch das Sinken oder Steigen der Queckfilberfäule. Nun aber habe ich durch meine Verfuche über die Ausdehnung der Luft durch Wärme gefunden, dafs eine Temperaturveränderung von 50° das Volumen der Luft um nahe $\frac{1}{10}$ verändert. (*Ann.*, XII, 310.) Daraus folgt, dafs, wenn in condenfirter Luft das Gleichgewicht wieder hergeftellt wird, ungefähr 50° Kälte entftehn; und dafs, wenn man in einen Recipienten mit verdünnter Luft Luft hinein läfst, etwas mehr als 50° Wärme erzeugt wird. Die kleine Verfchiedenheit in beiden Fällen fcheint daraus zu entfpringen, dafs die Condenfirung von Dämpfen im erften Falle die Wirkung *vermindert*, und im letztern, (findet fie anders dabei ftatt,) *vermehrt*.

Die bisher befchriebnen Verfuche und Beobachtungen betreffen lediglich die Facta, ohne Beziehung auf eine Theorie derfelben. Diefe läfst fich mit wenig Worten geben, und ift diefelbe, die Sauffüre und Pictet dem berühmten Lambert zufchreiben und von ihm annehmen. Lambert denkt fich, dafs der leere Raum fo gut als Luft und andere Materien eine eigenthümliche Capacität für Wärme hat, und zwar eine gröfsere als die atmofphärifche Luft, und dafs, je *dichter* die Luft, defto *kleiner* ihre Capacität für Wärme ift. Unter

diesen Voraussetzungen läſst sich das Phänomen leicht zu der Klasse von chemischen Thatsachen rechnen, wo Wärme oder Kälte durch Vermischungen zwei verschiedner Stoffe erzeugt wird. Ist diese Theorie richtig, und ich glaube, daſs sie wenig Zweifeln unterworfen ist, so können wir hierdurch zu Versuchen gelangen, durch welche sich die absolute Capacität des leeren Raums und der verschiednen Gasarten für Wärme auf eine ganz neue Art bestimmen läſst. Doch dieses muſs ich meinen fernern Untersuchungen vorbehalten.

VII.

AUSZÜGE

aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Herrn Prof. Böckmann.*

Carlsruhe den 26sten Mai 1803.

Der so unerwartete und frühzeitige Tod meines Vaters *) versetzte mich in mannigfaltige neue Geschäfte, so dass die vielen projectirten Untersuchungen über physikalische Gegenstände, die ich mir für diesen Winter entworfen hatte, gröfstentheils unterbleiben mussten. Ich habe täglich 4 und 5 Stunden Experimentalcollegien zu lesen, und Sie werden aus eigner Erfahrung wissen, wie viel Zeit zu

*) Es ist hier der Ort nicht, weitere Notizen über sein Leben anzuführen; man findet seine Biographie in dem *Magazin von und für Baden*, 1803, St. 1. Die mancherlei besondern Verhältnisse, worin sich der Selige seit einer langen Reihe von Jahren bei unserm Hofe befand, die vielen andern entferntern Arbeiten, und die öftern Privatcollegien, die er, ausser jenen öffentlichen Lehrstunden, den sämmtlichen kurfürstlichen Personen nach und nach zu lesen hatte, raubten ihm sehr viel Zeit; allein dessen ungeachtet studirte er ununterbrochen die neuesten Schriften in seinem Fache fort; und hätten ihm diese mannigfaltigen Geschäfte nicht alle Zeit geraubt, so würde er auch in seinem 62sten Jahre noch ganz mit

zu den Zurüstungen dazu allein erfordert wird, doch ich hoffe, daſs ich bald wieder mehr Muſse für Naturforſchungen gewinnen werde, wozu ſchon ſo manches Inſtrument fertig iſt, und nur meiner wartet. Hierher gehören denn auch die Gegenverſuche zu den hygrologiſchen Verſuchen des Herrn Profeſſors Parrot und zu ſeiner ſcharfſinnigen darauf gebauten Theorie. Mit vielem Vergnügen habe ich ſeinen freundſchaftlichen Brief, als Gegenantwort auf meine vorläufigen Bemerkungen, in Ihren *Annalen*, (B. 13, St. 2, S. 174) geleſen; allein Herr Parrot wird mir verzeihn, wenn ich ihm, ungeachtet ſeiner ſinnreichen Beantwortung, immer noch nicht beipflichten kann. Doch dieſe wahrhaft freundſchaftliche Fehde iſt von der Be-

mit dem Feuer zur Erweiterung der Naturkunde fortgearbeitet haben, wie es in frühern Zeiten geſchah. — Ich war am 7ten December auf die dringendſten wiederhohlten Einladungen des Grafen Rumford nach Mannheim gereiſet, verlieſs meinen Vater unbedeutend unpäſslich, und fand ihn bei meiner Rückkehr auch wieder ſo. Wir ſprachen mehrere Stunden bloſs über wiſſenſchaftliche Gegenſtände, Reſultate meiner geſammelten Belehrungen bei dem ſcharfſinnigen Grafen Rumford; und ich zeigte ihm noch mehrere neue Verſuche, die ich geſehen hatte. Dies war die letzte Unterhaltung mit ihm; bald darauf wurde er vom Schlage gerührt, und entſchlummerte nach 36ſtündiger Bewuſstloſigkeit, ohne wieder zu ſich zu kommen, aufs ſanfteſte. *B.*

schaffenheit, dass bloss weitere genaue Versuche entscheiden müssen. Ich wünschte daher sehr, Herr Parrot nähme nunmehr, bei seiner glücklichen Lage, wo ihm Instrumente jeder Art zu Gebote stehn, Rücksicht auf die ganz für meine Meinung sprechenden Versuche und Erfahrungen der französischen Bürger Clement und Desormes, (*Annalen*, B. 13, St. 2, S. 144 u. f.)

Vorläufig muss ich bemerken, dass ich sehr viele, mannigfaltig abgeänderte Parrotsche *Fliegenversuche* verflossnes Spätjahr angestellt habe; ich beobachtete gewöhnlich Feuchtigkeiten an den Glaswänden der 4- und 8-Unzen-Gläser, welches Wasser ich aber den Fliegen zuschrieb, die es enthielten und absetzten; oft war der Bauch derselben beim Einsaugen von Feuchtigkeiten ganz angeschwollen, und ich bemerkte erst mehrere Tage nach ihrem Tode, bei dem Zusammenschrumpfen und Austrocknen des Bauchs, Wasserabsatz an den Glaswänden. Vorzüglich war ich aber auch bemüht, die rückständige Luft auf ihren Sauerstoffgehalt zu prüfen, und ich fand sie gewöhnlich von der Beschaffenheit wie die atmosphärische, wobei nur wenig Ausnahmen statt hatten, die von besondern Umständen herrühren mochten.

In Rücksicht der Zeit, in der ich meine Versuche über den *Einfluss des Sonnenlichts auf den in Gasarten aufgelösten Phosphor* anfing, muss ich Herrn Parrot wegen seiner Meinung, S. 184, antworten, dass dies schon im Mai 1799 geschah. Im

October 1799 war meine Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in den Gasarten vollendet, ward sodann gedruckt, und bekanntlich kam sie Ostern 1800 heraus. Im Juli 1800 stellte ich die weitern Versuche, die man im 27sten Hefte des *allgem. Journ. der Chemie* findet, an; es scheint mir daher, dass ich wohl früher als Hr. Prof. Parrot diese Entdeckung gemacht habe.

In dem 13ten B., St. 2, S. 254, Ihrer *Annalen* finde ich in dem Briefe des Herrn von Hardenberg Bemerkungen über meteorologische Beobachtungen von *Feuerkugeln*, die man zu Labrador, Grönland u. s. w., und nach dessen Versicherung auch in Deutschland am 12ten Nov. 1799 früh gesehen hat. Nach Ihrer Anmerkung ist davon in den Londner und Pariser meteorologischen Beobachtungen nichts zu finden. Da nun an der Bestätigung der von Hardenbergschen Angabe viel gelegen ist, besonders vielleicht für unsern verdienten Hrn. D. Benzenberg, so blätterte ich sogleich in meinen, mit unermüdeter Genauigkeit geführten, meteorologischen Beobachtungen nach, und fand zu meiner grossen Freude, unter der Rubrik: Ausserordentliche Erscheinungen, Folgendes, das ich hier sammt andern dazu gehörigen Beobachtungen beifüge.

November 1799.

	Barom. Morg.	Barom. Mitt.	Barom. Ab.	Therm. Morg.	Therm. Mitt.	Therm. Ab.	Wind.
11te	27. 10. 2.	8. 4.	7. 4.	5.	5. 2.	7.	SW.
12te	8. 6.	9. 1.	9. 5.	5.	9.	9.	SW.
13te	10. 5.	10. 7.	10. 2.	8.	10.	4.	SW.

Witterung.

11te stürmisch, regnig.

12te (Vollmond) stürmisch, regnig. NB. Diesen Morgen vor Tage wollte Herr Hofgärtner Müller *) mit einigen Tagelöhnern gegen N. W. und S. O. Blitze gesehen haben.

13te trübe, Mittags ziemlich heiter, Abends dunstig. NB. Abends beim Aufgange des Mondes wollen mehrere Personen einen besondern Glanz gegen SO. gesehen haben.

In der Folge trat heitere Witterung ein, und am 16ten hatten wir das erste Mahl Eis. — Es sollte mir sehr angenehm seyn, wenn diese Notiz etwas zur Vervollkommnung unsrer Kenntnisse über diese Art von Luftphänomenen beitragen würde.

---

2. *Vom Herrn Prediger Maréchaux.*

Wesel den 21sten Mai 1803.

Sie erhalten mit diesem Schreiben als das Resultat einer fünfwöchentlichen Arbeit drei neue Kupferoxyde, die mir in *artistischer Hinsicht* von grossem Werthe zu seyn scheinen. Sie lassen sich

*) Diesem würdigen Manne verdanke ich manche interessante Mittheilung von nächtlichen meteorologischen Erscheinungen, da er, besonders zur Winterszeit, beinahe von Stunde zu Stunde seine Treibhäuser selbst visitirt. *B.*

nämlich gleich gut mit *Wasser* und mit *Oehl* behandeln; No. 1 mit Oehlfirniss gerieben, giebt ein hohes, dunkles Grün; No. 2 fällt etwas ins Bläuliche; No. 3 wird nach einigen Tagen dunkelgrün. Schwarze Seife läſst sie unverändert. Sie verdienen, wenn ich nicht irre, den Vorzug vor den grünen Kupferfarben, die bisher zur Oehlmahlerei dienten: sie lassen das friesische und das sächsische Grün hinter sich, auch das braunschweigische Grün hält mit ihnen, so weit die Proben bis jetzt reichen, keine Vergleichung aus, und das Scheelische Grün, das sich, wie bekannt, nicht mit Oehl verträgt, steht meinen Farben schon in dieser Rücksicht nach. Ihr Hauptvortheil besteht darin, dass ich sie zu billigen Preisen liefern kann, die schönste Sorte zu 3 Gulden, die andern Sorten zu 2 Gulden und auch darunter. Da die Wissenschaft, als solche, von dem besondern Prozesse, der mir diese Farben liefert, keine Fortschritte erwarten zu können scheint, werde ich ihn geheim halten, so lange ich kann, um mir, wo möglich, von dieser Entdeckung einigen Nutzen zu verschaffen, bis der Zufall oder der Scharfsinn einen andern auf die Spur bringt. — Ein neues Eisenoxyd liefert mir eine hohe gelbe Farbe; ein neues Silberoxyd verspricht mir ein tiefes Schwarz.

Die Anwendung der Wissenschaft zum Vortheile der Künste hat eine kleine Pause in meinen electrischen Untersuchungen veranlaſst; da ich aber nun den Prozeſs mit der grünen Farbe völlig aufs Reine

gebracht habe, so wird die Voltaische Säule bald wieder meine Aufmerksamkeit beschäftigen. Mein Tagebuch ist inzwischen mit sehr interessanten *electro-gasometrischen Wahrnehmungen* bereichert worden, die zur Unterstützung meiner Theorie besonders beitragen. Die Leser Ihrer Annalen werden vielleicht einige nicht ungern *früher* angezeigt finden; die Versuche und Beweise bleiben für die ausführlichern Aufsätze, die nicht sehr lange ausbleiben werden.

1. Das Steigen und Fallen der Electricität in der Atmosphäre steht mit dem Gange des Thermometers in gar keiner Verbindung; und so paradox es auch für manchen, nach den bekannten vorgefaſsten Meinungen, klingen muſs, so hat der Wärmestoff, als solcher, auf die gröſsere oder geringere Thätigkeit der electrischen Materie doch keinen Einfluſs.

2. Die electrische Materie erreicht in der Atmosphäre ein Maximum von Thätigkeit, welches sie nicht zu übersteigen scheint. Wenn Gewitter in der Luft sind, erhöht sich dieser Grad ihrer Thätigkeit nicht.

3. Dieses Maximum ist der Moment, in dem sich bei sonst heiterm und durchsichtigem Himmel Wasserguſs oder Nebel bilden; ist dieser Prozeſs, durch welchen die Nebel sich bilden, im Gange, so fällt plötzlich das Electrogasometer, z. B. von 29° zu 3° oder 2°. Während daſs der Prozeſs, durch wel-

eben die Nebel sich bilden, vor sich geht, folgen die Abwechselungen schnell auf einander.

4. Stellen Sie ihr Electrogasometer zu einem Zeitpunkte auf, als alle Electricität dergestalt aus der Luft verschwand, daſs dieses Instrument Ihnen z. B. 2° Wasserstoffgas in einer Stunde liefert, so können Sie mit jedem Tage der Bildung der electrischen Materie folgen; des Nachmittags werden Sie z. B. schon 5°, den folgenden Tag 8°, dann 12° u. s. w. finden, bis Sie das Maximum erreicht haben, auf welchem Punkte das Instrument einige Tage stehn bleiben kann.

5. Ueber die Ursach der so verschiednen Angaben über die Wirksamkeit der Voltaischen Säule werden Sie eben so interessante als genau bestimmte Resultate erhalten. Die gröſsere oder die geringere Wirksamkeit mehrerer Säulen, die sonst aus gleichen Elementen bestehn, hängt genau ab: 1. von dem Verhältnisse des Durchmessers des feuchten Leiters an der Metallscheibe; Sie können ihre Säule um den 4ten oder 5ten Theil schwächen, wenn Sie, es sey auch nur um ein geringes, dieses Verhältniſs überschreiten; und 2, von der Dicke des feuchten Leiters. Es giebt eine gewisse Breite für die Dicke eines feuchten Leiters, innerhalb welcher Sie keine Verminderung der Wirkung merken können. Ist der feuchte Leiter etwas dünner, so ist die Verminderung in der Thätigkeit sogleich da; ist er etwas dicker, ebenfalls. Wie sehr dieses mit meiner Theorie der Voltaischen Säule übereinstimmt,

werde ich am schicklichen Orte näher aus einander setzen.

6. Das galvanisirende Publicum wird gern früher erfahren, dass eine Säule, deren Elemente *Messing* anstatt *Kupfers*, *Zink mit Zinn legirt* anstatt reinen Zinks sind, einer Säule aus Zink und Reissblei oder Graphit, und folglich auch einer Säule aus Silber und Zink vollkommen zur Seite steht. *Kupfer und Zink* sind in ihren gaserzeugenden Wirkungen ungefähr um $\frac{2}{3}$ schwächer, und meine frühern Angaben, (*Ann.*, XI, 123,) finden sich durch meine neuern, mit sehr grossem Fleisse angestellten Versuche völlig bestätigt.

Das Publicum wird es mir verzeihen, dass ich mein *Electrogasometer* nicht eher beschreibe, als bis ich diesem Instrumente die Vollkommenheit werde gegeben haben, welche es vertragen kann. Dieses läst sich nur langsam, und vermittelst der Beobachtungen selbst thun, die ich damit anstelle. Dadurch erst sieht man, woran es fehlt, und kann neue Veränderungen versuchen. Ich habe es hierin schon so weit gebracht, dass 2 Säulen, deren Elemente so vollkommen gleich bearbeitet sind, wie es mir nur möglich war, an zwei Electrogasometern bis auf eine Kleinigkeit mir dieselben Resultate liefern; ich habe sie schon halbe Tage lang vollkommen gleich erhalten. Um diese höhere Vollkommenheit zu erreichen, und jeder Täuschung so viel wie möglich, vorzubeugen, bediene ich mich bis jetzt sehr kleiner Säulen; bei einem schwachen

Strome wird jeder Aufenthalt sogleich merklich. Die Säulen, die zu meinen neuen Beobachtungen dienten, waren alle nur von 12 Plattenpaaren, aber sehr fleissig bearbeitet, und wurden wenigstens alle 9 Stunden neu polirt. Sobald die Einrichtung meiner Werkzeuge ihr *non plus ultra* wird erreicht haben, werde ich durch höhere Säulen und eine grössere Thätigkeit in dem electrischen Strome, zur letzten Bestimmung der Verhältnisse, die ich bis hierhin angab, die nöthigen Versuche anstellen.

— — *) Meine galvanometrischen Versuche, die so auffallend auf eine grosse Verschiedenheit in der Vertheilung der Electricität, je nachdem die Körper, um welche sie sich ins Gleichgewicht setzt, verschieden sind, hinweisen, haben mir zu tiefern Blicken in das Wesen der Electricität und des Galvanismus und zu einer neuen Ansicht der Electricität die Veranlassung gegeben. Diese meine Theorie der Electricität und des Galvanismus habe ich zuerst im vorigen Jahre in meinen hiesigen Vorlesungen über den Galvanismus meinen Zuhörern entwickelt, und sie hat mich eine Zeit lang ganz beschäftigt. Freilich gründet sie sich nur auf eine hypothetische Annahme: da sie aber die Erklärung keines einzigen Phänomens schuldig bleibt, über Gegenstände, die noch in tiefem Dunkel waren, Licht

*) Aus einem frühern Briefe des Herrn Pred. Maréchaux. d. H.

verbreitet, und Phänomene in unmittelbare Verbindung bringt, die immer zusammen erschienen, ohne dafs man bisher den Knoten sah, der diese Verbindung bewirkte; da sie folglich den ganzen Gegenstand, so viel mein Blick ihn verfolgen kann, erschöpft; so scheint sie mir eben so bewiesen, wie unsere besten Hypothesen. Das Franklinsche System, welches im Grunde nichts erklärt, scheint sie mir vollends über den Haufen zu werfen, und dem dualistischen eine ganz neue Wendung zu geben. — — Sie fufst dabei mit auf meine Ansicht der *Verwandtschaftslehre*, die ich in einem Auffatze, der die Einleitung zu einem gröfsern Werke abgeben soll, auf die Gesetze der Bewegung und die Lehre der Kräfte, so weit als es der Gegenstand verstattete, zurückzuführen versucht habe. Diesen Auffatz sowohl als jene neue Theorie stelle ich Ihnen zu, um über beides Ihr freundschaftliches Urtheil zu hören.*)

---

3. *Von Herrn* P. Raphael Genhart, *Prof. im Stifte Admont in Ober-Steyermark.*

Unter andern interessanten Auffätzen, womit Sie durch Ihre Annalen das Publicum von Zeit zu Zeit beschenken, las ich VI, 391 f., die witzige

*) Hier darin dem Leser vorzugreifen, halte ich mich nicht berechtigt. Auf jeden Fall scheint Hr. Maréchaux den besten Weg eingeschlagen zu haben, seinen scharfsinnigen physikalischen

Theorie mit Vergnügen, nach welcher Richard Kirwan den natürlichen Magnetismus erklärt; bemerkte aber zu gleicher Zeit noch sehr beträchtliche Schwächen darin. Denn, um alles andere unberührt zu lassen, schien er mir einerseits die erste Ursach der Polarität noch nicht zu erreichen, anderseits aber selbst zu gestehen, dass er noch nicht im Stande sey, auch die verschiednen Variationen aus seiner Hypothese herzuleiten. Da ich nun seit mehrern Jahren eine andere, meines Bedünkens unverkennbare, sehr auffallende, und eben nicht tief verborgne Ursach des Magnetismus und der ihn begleitenden Erscheinungen kenne; so war ich neuerdings nicht wenig betroffen, als ich bei mir überlegte, wie doch die witzigsten einsichtsvollesten Naturforscher, ein Euler, Aepinus, Wilke, Kratzenstein, Prevost, Humboldt, Ritter, eine Ursach, deren Daseyn sie alle zugeben, und der sie nicht selten etwas nahe kommen, so lange verkennen konnten.

Herzlich gern würde ich Ihnen, mein Herr, meine ganze Theorie eröffnen, und für die *Annalen* mittheilen, wenn Sie es wünschen. — — Eine so stäte, vom Zufälligen so unabhängige Erscheinung, als die des Magnetismus ist, muss von einer eben so stät wirkenden und in die ganze Natur

Speculationen Gehör und Eingang zu verschaffen, den nämlich, sie durch Reihen von wichtigen neuen Versuchen zu prüfen und zu bewähren. *d. H.*

fehr eingreifenden Ursach herrühren, und derjenige, der ein einziges Naturgeheimnifs zu erklären verspricht, ohne zu gleicher Zeit auf die übrigen merkliche Strahlen zu werfen, gesteht schon eben darum, dafs er gar keines hinreichend zu entwickeln vermöge. Ich schmeichle mir daher mit der angenehmen Hoffnung, Sie werden, ohne vorläufig für oder wider mich zu urtheilen, nicht ungern vernehmen wollen, was ich seit 20 Jahren, seit welcher Zeit ich die Natur selbst beobachtete und andrer Beobachtungen und Versuche mit möglichster Emsigkeit sammelte, für einen Zusammenhang in den bisher bekannten Phänomenen entdeckt habe.

In dieser Hoffnung bin ich etc.

---

4. *Aus einem Briefe des Hrn. Advocats* Steinhäuser *an Herrn Prof. D.* Langguth *in Wittenberg.*

Plauen den 12ten Febr. 1803.

— — Gegen die Beobachtung, welche unter andern auch der Herr Mathematicus Lüdecke angestellt haben will, dafs *die magnetische Kraft das Wasser zersetze*, *) habe ich mancherlei Bedenken, welche sich um so mehr vermehren, je mehr Versuche ich darüber anstelle. Denn 1. hängt der Oberfläche jeden Glases irgend eine Menge atmo-

*) Er selbst widerruft sie in den *Annalen*, XI, 114. *d. H.*

sphärischer Luft an, und es wird nur ein mechanisches Mittel erfordert, solche in Blasen zu verwandeln und von der Oberfläche des Glases abzulösen. 2. Scheint die Veränderung der Wärme in Kälte, Luft im Wasser zu erzeugen, wie dies die vielen Luftblasen, welche sich an die Oberfläche eines Wasserglases, das man aus der Wärme in die Kälte bringt, anlegen, zu beweisen scheinen. 3. Könnte durch die bei Lüdeckens Versuchen zwischen mehrere Magnete gelegten, mit Salzwasser angefeuchteten Lappen, leicht Metallelectricität erweckt werden, welche, unabhängig vom Magnetismus, das Wasser zersetzt. 4. Berührt das Wasser die Oberfläche der Eisendrähte unmittelbar, so wird die Oberfläche derselben oxydirt und eine Quantität Wasserstoffgas frei gemacht. Von allen diesen Umständen also darf keiner eintreten, wenn man sicher seyn will, dass die magnetische Kraft es sey, welche das Wasser zersetzt. 5. Brachte ich zwei Pole meiner magnetischen Magazine, nachdem sie mit dem Wasser gleiche Temperatur erhalten hatten, in Verbindung mit zwei überfirnissten Eisendrähten, die im Wasser ihre Spitzen einander entgegen kehrten, so konnte ich keine Zersetzung des Wassers beobachten, obgleich hier eine vielleicht mehr als tausendmahl stärkere magnetische Kraft auf das Wasser wirkte, als bei Lüdickens Versuche.

Ich habe meine Versuche über den *electrischen Mittelpunkt, Indifferenz- und Culminationspunkt*, deren schon in den Anzeigen der Leipziger ökonomi-

schen Societät im Jahre 1793, unter dem Artikel: Ueber neue Magnete, gedacht ist, mit allem Fleiſse wiederhohlt. Sie sind mir viel beſſer gelungen, als damahls, weil ich diesmahl die isolirten Drähte mit Leimwaſſer überzog und dann mit Hasenhaaren bedeckte. Die kleben bleibenden Haare waren sehr kleine Electrometer, und zu kurz, um einander wechselseitig zu stören. Ich bin nun durch den Augenschein überzeugt, daſs es wirklich dergleichen Punkte bei electrischen Leitern, die man durch Vertheilung und nicht durch Mittheilung electrisirt hat, giebt.

Bei Versuchen mit meiner *Voltaischen Säule* glaubte ich gefunden zu haben, daſs, unter übrigens gleichen Umständen, die Muskeln um so stärker durch sie contrahirt werden, in je gröſserer Fläche der Muskel den Leiter der Galvanischen Electricität berührt. Verbindet man z. B. den Conductor einer Electrisirmaschine durch eine Kette mit dem einen Pole der Säule, legt die eine befeuchtete Hand auf diesen Conductor, faſst mit der andern befeuchteten Hand einen silbernen Löffel bei seinem breitern Theile, und berührt mit dem Stiele deſſelben den andern Pol der Säule, so verspürt man Wirkungen, die den Erschütterungen eines schwach geladnen electrischen Ladungsglases ähnlich sind. Man sollte daher, um recht starke Wirkungen zu erhalten, den zu Electrisirenden in ein Waſſerbad setzen, und ihn und das Waſſer mit den Polen der Säule verbinden.

Versuche, die ich späterhin anstellte, bestätigten mir indess dieses Resultat nicht völlig. Denn als ich den ganzen nass gemachten Arm auf den Conductor legte, so waren zwar die Contractionen in den Muskeln desselben stark, aber dennoch verspürte ich davon wenig oder nichts, sondern sie waren nur äusserlich sichtbar. Ein gleicher Erfolg fand statt, als ich eine Stanniolplatte auf die Wade, die ich zuvor befeuchtet hatte, legte und diese in Verbindung mit dem Conductor brachte. In beiden Fällen hatte ich jedoch in der Hand, mit welcher ich den andern Pol der Säule berührte, heftige Empfindungen. Legte ich die eine Hand in Wasser, welches mit dem Leiter in Verbindung stand, so verspürte ich sowohl in dieser Hand als in der andern, womit der entgegengesetzte Pol berührt wurde, heftige Erschütterungen. Setzte ich einen Fuss in Wasser, welches mit dem Leiter in Verbindung stand, und berührte ich mit einer Hand den andern Pol der Säule, so erhielt ich sowohl im Fusse als in der Hand Erschütterungen. Es scheinen sonach die Nerven, welche in der Hand und im Fussblatte häufiger ihre Spitzen endigen, zur Empfindung der Erschütterungen nothwendig zu seyn, und es ist der Satz, dass, je grösser die Berührungsfläche zwischen dem thierischen Körper und dem Galvanischen Leiter ist, um so heftiger auch die Erschütterungen werden, nicht allgemein.

Bei einem Patienten, welcher über temporäre *Lähmung der Zunge* klagte, hat der Galvanismus,

nach der Bemerkung meines Bruders, des D. Steinhäuser, einen ungemein starken Speichelfluſs, ohne Nachtheil des Patienten, bewirkt. So lange dieser Patient galvanisirt worden, ist die Lähmung und krampfhafte Zusammenziehung der Zunge, die er fast täglich zuvor gehabt hatte, aus diesem Theile gänzlich hinweggeblieben, hat sich aber zuweilen auf andere Theile geworfen. Sie hat sich aber, da mit dem Galvanisiren ausgesetzt worden ist, wieder eingefunden.

Der Kopf eines frisch geschlachteten Kalbes bewegte die Augen, schüttelte mit den Ohren, rümpfte die Nase und bewegte die Zunge, als man den Zinkpol mit dem Rückenmarke, den Kupferpol aber, bald mit der Zunge, bald mit den Augennerven, bald mit der Nase in Verbindung brachte.

VIII.

PREISERTHEILUNG.

Die königl. Societät der Wissenschaften in London hat die erste Medaille aus dem von dem Grafen Rumford gestifteten Fond für physikalische Entdeckungen dem Grafen selbst für seine Entdeckungen über die Natur und die Eigenschaften der Wärme zuerkannt, — und die Copley-Medaille dem Dr. Wollaston, für seine Bakersche Vorlesung über horizontale Refraction, (*Annal.*, XI, 1.)

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SECHSTES STÜCK.

I.

Versuche, um auszumitteln, ob Flüssigkeiten Leiter der Wärme sind oder nicht;

von

Thomas Thomson,

M. D., Lehrer der Chemie zu Edinburg. *)

Es ist zu verwundern, dass die einfachen und scharfsinnigen Versuche, worauf Graf Rumford die Lehre gründet, dass Flüssigkeiten Nichtleiter des Wärmestoffs sind, ungeachtet sie schon vor länger als zwei Jahren bekannt gemacht wurden, **)

*) Im Auszuge aus Nicholson's *Journal*, March 1801, Vol. 4, p. 529 f. *d. H.*

**) Sie machen den Gegenstand des siebenten *Essay* der *Experimental Essay's, political, economical and philosophical* des Grafen von Rumford aus, welcher Lond. 1797 und 1798 erschienen ist, und den die *Annalen*, (I, 214, 323, 436; II, 249; V. 338,) in vollständigen Auszügen geliefert ha-

noch von keinem Phyſiker geprüft ſind. Und doch iſt dieſe Lehre von der äuſserſten Wichtigkeit, und wir dürfen nicht hoffen, über Ausdünſtung, Regen, Winde, Temperaturveränderungen in der Atmoſphäre und über mehrere der wichtigſten chemiſchen Phänomene Aufſchluſs zu erhalten, bevor wir nicht mit der Frage völlig im Reinen ſind, ob Flüſſigkeiten Leiter des Wärmeſtoffs ſind oder nicht.

Um Wortſtreit zu vermeiden, wird es nöthig ſeyn, zuvor zu erklären, was ich unter *Leitungsvermögen* von Körpern verſtehe. Graf Rumford hat dieſes nicht gethan, doch bin ich vollkommen gewiſs, daſs er dieſen Ausdruck in demſelben Sinne nimmt, als ich.

Herſchel hat, wie es mir ſcheint, bewieſen, daſs der Wärmeſtoff von der Sonne in Strahlen ausgeht, und ſich mit derſelben Geſchwindigkeit als das Licht, (200000 engl. Meilen in jeder Sekunde,) fortbewegt. Aus ſeinen und aus Scheele's und Pictet's Verſuchen folgt, daſs der Wärmeſtoff ſich durch die Luft ohne merkbare Verminderung an Geſchwindigkeit bewegt; auch iſt dargethan, daſs

ben. Bemerkungen dagegen findet man in den *Annalen*, I, 323 a., 464, und VI, 407. Gegenwärtiger Aufſatz eröffnet eine Reihe von prüfenden Abhandlungen über die Rumfordſche Lehre, die hier und in den folgenden Heften zuſammengeſtellt zu ſehn, dem Leſer gewiſs angenehm ſeyn wird. *d. H.*

er ſich durch Glas von einer gewiſſen Temperatur ohne merkbaren Verluſt an Geſchwindigkeit bewegt. Nun aber dürfen wir, wenn Wärmeſtoff durch einen Körper mit unverminderter Geſchwindigkeit hindurchgeht, ſagen, er werde durch den Körper *hindurchgelaſſen*, (*transmitted.*) Folglich haben *Luft* und *Glas* die Eigenſchaft, den Wärmeſtoff durch ſich hindurch zu laſſen. Wo dieſes der Fall iſt, da ſcheint es immer augenblicklich zu geſchehen, denn die Geſchwindigkeit des Wärmeſtoffs iſt viel zu groſs, als daſs man ſie meſſen könnte. So fand Pictet, daſs der Wärmeſtoff ſich durch 69 Fuſs Luft inſtantan hindurch bewegte.

Wird das eine Ende eines 20 Zoll langen eiſernen Stabes in ein Feuer gelegt, während das andere Ende mit einem Thermometer verbunden iſt, ſo vergehn 4 Minuten, bevor das Thermometer zu ſteigen anfängt, und 15 Minuten, bevor es um 10° geſtiegen iſt. Folglich geht der Wärmeſtoff durch einen eiſernen Stab nicht augenblicklich; die Geſchwindigkeit deſſelben iſt vielmehr unglaublich vermindert, von 200000 engl. Meilen in 1″ bis auf 20 Fuſs in 4′. Er wird alſo von Eiſen *nicht hindurch gelaſſen*; man ſagt dagegen, daſs das Eiſen ihn *leitet*. Hieraus fällt in die Augen, daſs der Wärmeſtoff auf ganz verſchiedne Arten durch Körper *hindurch gelaſſen* und von Körpern *geleitet* werden müſſe. Einige Körper leiten ihn unter ganz gleichen Umſtänden langſamer, und mithin *ſchlechter*, als andere, z. B. gebrannter Thon ſchlechter

als Eisen. Ein Körper, durch den sich gar kein Wärmestoff fortpflanzte, würde ein *Nichtleiter* seyn.

Es hat keine Schwierigkeit, sich einige Begriffe von der Art zu machen, wie der Wärmestoff durch Körper geleitet werde. Da die Geschwindigkeit desselben unglaublich vermindert wird, so kann er nicht ohne Widerstand, nicht ohne von den Theilchen des leitenden Körpers eine Zeit lang zurückgehalten, und mithin von ihnen angezogen zu werden, durch einen Körper hindurch geleitet werden. Daraus folgt, dass zwischen dem Wärmestoffe und jedem Wärmeleiter eine *Anziehung* oder *Verwandtschaft* statt finden müsse. Und vermittelst dieser Verwandtschaft ist es, dass der Wärmestoff durch einen Körper *geleitet* wird.

Man denke sich in einem Körper unendlich viele Schichten, und dass der ersten Wärmestoff zugeführt werde. Sie verbindet sich damit chemisch, und erst wenn sie sich mit einer gewissen Menge desselben geschwängert hat, wird ihr die zweite Schicht, durch ihre Verwandtschaft zum Wärmestoffe, Wärmestoff entziehn können. Denn bekanntlich haften bei chemischen Verbindungen eines Stoffs mit einem andern die letzten Antheile lockerer als die ersten, und daher können nur diese letzten Antheile Wärmestoff zu den fernern Schichten, durch chemische Kräfte getrieben, gelangen, und die Menge des mit der ersten Schicht verbundnen Wärmestoffs muss immer zunehmen, soll die chemische Kraft der zweiten erwärmten ihr immer mehr Wärmestoff ent-

ziehn können, und so von Schicht zu Schicht. — So wird der Wärmestoff bloss durch wiederhohlte chemische Verbindung und Zersetzung durch einen Körper geleitet; daher die Langsamkeit des Prozesses, und daher eine Art von arithmetischer Abnahme in der Temperatur der Schichten, je weiter sie von der Quelle der Wärme abstehn, dergleichen wir in allen solchen Fällen wahrnehmen. Auch hängt die Weite, bis zu welcher ein Körper den Wärmestoff fortzuleiten vermag, jedes Mahl von dem Grade der Hitze ab, den die erste Schicht desselben anzunehmen vermag, ohne ihren Aggregatzustand zu ändern. So z. B. leiten gebrannte Steine die Wärme viel weiter als Holz. Die Weiten, bis zu welchen Körper die Wärme leiten, können folglich kein Criterium ihrer wärmeleitenden Kraft abgeben, oder können höchstens in sehr viel niedrigern Temperaturen, als die, in denen sie ihre Form ändern, dazu dienen. Endlich erhellt aus dieser Auseinandersetzung, dass immer die leitende Kraft der Körper in verkehrtem Verhältnisse mit ihrer Verwandtschaft zum Wärmestoffe steht.

Es läſst sich kaum bezweifeln, dass nicht der Wärmestoff durch alle *festen* Körper auf die hier beschriebne Art geleitet werde. Alle bis jetzt untersuchten festen Körper sind Leiter der Wärme. Auch Flüssigkeiten wurden allgemein für Wärmeleiter gehalten, bis Graf Rumford das Gegentheil aus seinen interessanten Versuchen folgerte. Dieses würde eine sehr merkwürdige Verschiedenheit zwischen

den festen und den flüssigen Körpern abgeben. Doch je wichtiger die Folgerungen sind, desto schärfer müssen die Prämissen untersucht werden, ehe wir sie annehmen dürfen.

Graf Rumford hat durch eine Reihe von glücklich erdachten Versuchen *) bewiesen, dass, wenn man einer Flüssigkeit Wärme zuführt, die Erwärmung der Flüssigkeit dadurch bewerkstelligt wird, dass jedes Theilchen derselben unmittelbar mit der Quelle der Wärme in Berührung kommt, sich da mit Wärmestoff schwängert, und dann andern noch nicht erwärmten Theilchen Platz macht. Feste und flüssige Körper werden folglich auf ganz verschiedne Weise erwärmt; die erstern bloss durch ihr *Leitungsvermögen*, die letztern durch *innere Bewegung der Theilchen*, und es lässt sich daher daraus, dass Flüssigkeiten über Feuer schnell warm werden, nicht schliessen, dass sie Leiter des Wärmestoffs sind. Darüber müssen directe Versuche entscheiden.

Die Versuche, auf welche Graf Rumford die Behauptung, dass Flüssigkeiten Nichtleiter der Wärme sind, stützt, sind von zweierlei Art. Durch die *ersten* sucht er zu beweisen, dass eine Flüssigkeit minder schnell als sonst erwärmt wird, wenn man in ihr die innere Bewegung der Theilchen hemmt, und dieses, glaube ich, hat er vollkommen darge-

*) Man findet sie in den *Annalen*, I, 214. Vergl. I, 348 f. *d. H.*

than. Daraus folgt aber weiter nichts, als, dafs, falls Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind, ihre Leitungskraft der andern Urſach ihrer Erwärmung weit nachſteht. Graf Rumford ſelbſt ſieht ſie auch nur als Nebenverſuche, nicht als Hauptbeweiſe an. Durch die *zweiten* ſucht er zu zeigen, daſs der Wärmeſtoff nicht durch Flüſſigkeiten *herabwärts* zu gehn vermag. Da die Richtung auf die Fortpflanzung der Wärme durch Leiter keinen Einfluſs haben kann, ſo würde daraus allerdings folgen, daſs Flüſſigkeiten *Nichtleiter* der Wärme wären. Dieſe Verſuche würden alſo ſtringent ſeyn; ſie wollen wir daher nun näher beleuchten.

Graf Rumford *) befeſtigte eine Eisſcheibe am Boden einer gläſernen Flaſche, übergoſs ſie $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit kaltem Waſſer, und brachte darüber mit Vorſicht eine anſehnliche Menge kochenden *Waſſers*. Wäre Waſſer kein Wärmeleiter, ſo, ſcheint es, habe in dieſem Falle kein Eis ſchmelzen müſſen; und doch war nach ungefähr 2 Stunden die Hälfte des Eiſes geſchmolzen. Dieſen Erfolg erklärt Graf Rumford mit vielem Scharfſinne aus der Eigenſchaft des Waſſers, daſs es bei 40° F. Wärme im Maximo ſeiner Dichtigkeit ſey, und über dieſen Punkt hinauf, ſowohl als unter ihn herab, an ſpecifiſchem Gewichte abnehme. Waſſertheilchen, die bis 40° erkältet waren, muſsten alſo durch die Schicht kalten Waſſers von 32° R. herabſinken und

*) Vergl. *Annalen*, I, 225 f. *d. H.*

den feſten und den flüſſigen Körpern abgeben. Doch je wichtiger die Folgerungen ſind, deſto ſchärfer müſſen die Prämiſſen unterſucht werden, ehe wir ſie annehmen dürfen.

Graf Rumford hat durch eine Reihe von glücklich erdachten Verſuchen *) bewieſen, daſs, wenn man einer Flüſſigkeit Wärme zuführt, die Erwärmung der Flüſſigkeit dadurch bewerkſtelligt wird, daſs jedes Theilchen derſelben unmittelbar mit der Quelle der Wärme in Berührung kommt, ſich da mit Wärmeſtoff ſchwängert, und dann andern noch nicht erwärmten Theilchen Platz macht. Feſte und flüſſige Körper werden folglich auf ganz verſchiedne Weiſe erwärmt; die erſtern bloſs durch ihr *Leitungsvermögen*, die letztern durch *innere Bewegung der Theilchen*, und es läſst ſich daher daraus, daſs Flüſſigkeiten über Feuer ſchnell warm werden, nicht ſchlieſsen, daſs ſie Leiter des Wärmeſtoffs ſind. Darüber müſſen directe Verſuche entſcheiden.

Die Verſuche, auf welche Graf Rumford die Behauptung, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme ſind, ſtützt, ſind von zweierlei Art. Durch die *erſten* ſucht er zu beweiſen, daſs eine Flüſſigkeit minder ſchnell als ſonſt erwärmt wird, wenn man in ihr die innere Bewegung der Theilchen hemmt, und dieſes, glaube ich, hat er vollkommen darge-

*) Man findet ſie in den *Annalen*, I, 214. Vergl. I, 348 f. *d. H.*

than. Daraus folgt aber weiter nichts, als dass, falls Flüssigkeiten Wärmeleiter sind, ihre Leitungskraft der andern Ursach ihrer Erwärmung weit nachsteht. Graf Rumford selbst sieht sie auch nur als Nebenversuche, nicht als Hauptbeweise an. Durch die *zweiten* sucht er zu zeigen, dass der Wärmestoff nicht durch Flüssigkeiten *herabwärts* zu gehn vermag. Da die Richtung auf die Fortpflanzung der Wärme durch Leiter keinen Einfluss haben kann, so würde daraus allerdings folgen, dass Flüssigkeiten *Nichtleiter* der Wärme wären. Diese Versuche würden also stringent seyn; sie wollen wir daher nun näher beleuchten.

Graf Rumford *) befestigte eine Eisscheibe am Boden einer gläsernen Flasche, übergoss sie ¼ Zoll hoch mit kaltem Wasser, und brachte darüber mit Vorsicht eine ansehnliche Menge kochenden *Wassers*. Wäre Wasser kein Wärmeleiter, so, scheint es, habe in diesem Falle kein Eis schmelzen müssen; und doch war nach ungefähr 2 Stunden die Hälfte des Eises geschmolzen. Diesen Erfolg erklärt Graf Rumford mit vielem Scharfsinne aus der Eigenschaft des Wassers, dass es bei 40° F. Wärme im Maximo seiner Dichtigkeit sey, und über diesen Punkt hinauf, sowohl als unter ihn herab, an specifischem Gewichte abnehme. Wassertheilchen, die bis 40° erkältet waren, mussten also durch die Schicht kalten Wassers von 32° R. herabsinken und

*) Vergl. *Annalen*, I, 225 f. *d. H.*

mit dem Eiſe in Berührung kommen. Daſs dieſes der wahre Grund ſey, warum in dieſem Verſuche Eis ſchmolz, ſchlieſst er auch daraus, daſs, wenn Holzſtücke auf dem Eiſe lagen, das Eis ſenkrecht unter dieſen ungeſchmolzen blieb, und daſs, wenn die Eisſcheibe mit Stanniol bedeckt wurde, worin ſich in der Mitte ein Loch befand, bloſs das Eis ſchmolz, das genau ſenkrecht unter dieſem Loche war. — Aus dieſen Thatſachen läſst ſich zwar mit Sicherheit ſchlieſsen, daſs das Eis durch herabgehende Ströme im Waſſer geſchmolzen werde; allein darauf kommt es hier nicht an, ſondern ob Waſſer ein Wärmeleiter iſt oder nicht.

Wie aber konnte, frage ich, wenn Waſſer ein Nichtleiter der Wärme iſt, das kochende Waſſer in dieſen Verſuchen bis auf 40° erkältet werden? Dieſes konnte weder an der Oberfläche geſchehn ſeyn, wo, wie Graf Rumford anführt, die Temperatur nie unter 108° war; noch an den Seitenwänden des Gefäſses, da in einem dieſer Verſuche der herabgehende Strom ſich gerade in der Achſe des Gefäſses befand, und der Verſuch mit den Holzſtückchen unwiderleglich darthut, daſs die herabgehenden Ströme alle Theile der Eisſcheibe gleichmäſsig trafen; dieſes würde unmöglich ſeyn, rührte die Abkühlung von den Seiten her. — Folglich muſs das kochende Waſſer von dem darunter ſtehenden eiskalten Waſſer bis auf 40° erkältet worden ſeyn, muſs es alſo dieſem kalten Waſſer Wärmeſtoff mitgetheilt haben. Iſt aber das der Fall,

ſo kann ein Waſſertheilchen von einem andern Wärmeſtoff abſorbiren, das iſt, Waſſer iſt ein *Leiter der Wärme.* — Nachdem das heiſse Waſſer 1 Stunde lang über dem Eiſe geſtanden hatte, war

a. d. Oberfl. d. Eiſ., 1", 2", 3", 4", 7" darüber
d. Temper. 40°, 80°, 118°, 128°, 130°, 131° F.

Wie wäre es möglich, dieſe wachſende Abnahme der Temperatur nach dem Eiſe herab, wo das Waſſer 4" und 7" über dem Eiſe eine faſt gleiche Wärme hatte, zu erklären, wenn Waſſer ein Nichtleiter des Wärmeſtoffs wäre? Man ſieht daher, daſs die Verſuche des Grafen eher dafür als dagegen ſprechen, daſs Waſſer ein Wärmeleiter iſt.

Es würde nicht ſchwer ſeyn, zu zeigen, daſs ſeine Berechnung, *) nach der Waſſer von 41° Wärme unter gleichen Umſtänden mehr Eis zu ſchmelzen vermöge, als kochendes Waſſer, nicht fehlerfrei ſey. Wäre ſie indeſs auch richtig, ſo folgt daraus nichts gegen die wärmeleitende Kraft des Waſſers.

Hätte Graf Rumford in ſeinen Verſuchen mit *Queckſilber* und mit *Oehl* **) ſich eines Thermometers ſtatt der Eisſcheibe bedient, ſo würde er an dem Steigen deſſelben allerdings bemerkt haben, daſs ſich durch dieſe Flüſſigkeiten Wärme herabwärts verbreitet. Der kleine eiſerne Cylinder in ſeinen Verſuchen hatte zu wenig Wärme, um eine ſichtbare Menge von Eis ſchmelzen zu können.

*) *Annalen*, I, 335 f. *d. H.*
**) *Annalen*, II, 251 f. *d. H.*

Man sieht hieraus, dass die Versuche des Grafen Rumford nicht entscheidend sind, und dass, was sich aus ihnen folgern lässt, vielmehr für die Voraussetzung spricht, dass Flüssigkeiten *Leiter des Wärmestoffs* sind. — Es schien mir indess, als lasse sich durch eine kleine Abänderung in den Versuchen des Grafen die Frage allerdings mit Gewissheit entscheiden. Ich nahm zu dem Ende einen tubulirten Glasrecipienten *M*, (Fig. 1, Taf. II,) und kittete in den Tubulus desselben ein Thermometer *B* so ein, dass die Kugel desselben sich in der Achse des Recipienten befand. Die Scale war auf der Glasröhre des Thermometers eingerissen, und befand sich ganz ausserhalb des Recipienten. Die Flüssigkeit, deren Leitungskraft bestimmt werden sollte, wurde in den Recipienten gegossen, bis sie in einer bestimmten Höhe über der Thermometerkugel, z. B. bis bei *D*, stand. Dann goss ich sehr vorsichtig über diese Flüssigkeit eine andere, von minderer specifischer Schwere, die bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmt war. Stieg nun das Thermometer *B* nicht, so musste die untersuchte Flüssigkeit nothwendig ein Nichtleiter seyn; stieg es, so war sie ein Leiter. Freilich ist dabei grosse Vorsicht nöthig, will man nicht irre geführt werden.

Die erste Flüssigkeit, mit der ich diesen Versuch anstellte, war *Quecksilber*. Es bedeckte die Kugel des Thermometers *B* 0,2 Zoll hoch, und auf dasselbe hatte ich $\frac{1}{2}$ Zoll hoch kaltes Wasser gegos-

ſen. Alsdann wurde vorſichtig kochendes Waſſer darauf gegoſſen, bis es 2 Zoll hoch über dem Queckſilber ſtand, und das Thermometer *A* ſo hineingehangen; daſs die Kugel ſich nahe über der Queckſilberfläche befand. Ein drittes Thermometer *C*, mit länglichem Gefäſse, reichte bis zum Boden des Recipienten hinab und berührte denſelben. Die Temperatur der Luft und des Queckſilbers war 42°, die des heiſsen Waſſers bei Anfang des Verſuchs 174°, und das Thermometer *B* ſtieg während des Einfüllens des heiſsen Waſſers bis auf 80°. Nachher ſtieg das Thermometer *B* noch 15 Minuten lang, bis auf 96°, blieb darauf 10′ lang ſtehn, und ſank dann wieder. Das Thermometer *C* ſtieg 21′ lang, und zwar von 67° bis 91¾°, und blieb darauf 7′ lang ſtehn. Das Thermometer *A* ſank die ganze Zeit über, und kam dem Stande von *B* immer näher, bis beide nach 95′ genau einerlei Temperatur, nämlich von 74°, hatten. Alle dieſe Umſtände ſind ſo, wie ſie zu erwarten waren, falls Queckſilber ein Wärmeleiter iſt, und wir ſehn daraus, daſs die Wärme allerdings durch Queckſilber herabwärts geleitet wird.

Um hierbei die innere Bewegung in den Theilen der heiſsen Flüſſigkeit wahrzunehmen, und, wo möglich, zu finden, ob dieſe Bewegung Einfluſs auf das Steigen der Thermometer habe, wiederhohlte ich dieſen Verſuch unter denſelben Umſtänden wie vorhin, nur daſs ich ſtatt des Waſſers eine unfiltrirte Auflöſung von kohlenſaurem Kali in Waſſer nahm,

in der viele dunkle Theilchen von gleichem specifischen Gewichte mit der Flüssigkeit umherschwammen. Die Resultate dieses Versuchs stimmten durchgehends mit denen des vorigen überein, und bestätigen dadurch die wärmeleitende Kraft des Quecksilbers. — Sobald ich die heisse Lauge über die kalte gegossen hatte, sah ich die dunkeln Theilchen sich sehr schnell herauf- und herabbewegen, doch hatten die Seitenwände des Gefässes auf diese Bewegungen keinen Einfluss, da in allen Theilen der Flüssigkeit Theilchen stiegen und andere sanken. Sie stiegen schnell, bis sie in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche kamen, einige selbst bis an die Oberfläche; dann sanken sie eben so schnell, bis sie sich dem Quecksilber bis auf eine gewisse Weite genähert hatten, standen hier einen Augenblick still, und stiegen dann wieder mit gleicher Geschwindigkeit an, wie zuvor. Immer kamen sie alle in gleicher Entfernung vom Quecksilber zum Stillstande; diese betrug anfangs $\frac{1}{2}$ Zoll, wurde aber immer grösser, je mehr die Flüssigkeit sich abkühlte, und zuletzt stiegen die Theilchen nicht bis über die Mitte der Flüssigkeit herab. Stieg ein Theilchen tiefer hinunter, so kam es gleich zum Stillstehn, und stieg nicht wieder an. Mit dem Raume, durch den sie auf- und abstiegen, nahm allmählig auch ihre Geschwindigkeit ab; und nach 40′ konnte ich überhaupt keine Bewegung mehr in ihnen wahrnehmen, obschon jedes Theilchen, wenn ich nach einiger Zeit wieder hinsah, doch seinen Platz ver-

ändert hatte. — Nach diesen Bewegungen zu urtheilen, scheint es mir, daſs die Theilchen nahe an der Oberfläche ihre Wärme hergeben, dadurch specifisch schwerer werden, und deshalb zum Quecksilber herabsinken, hier aber in eine Schicht kommen, die kälter und dichter ist, als sie selbst sind, wo sie deshalb ruhen. Diese herabgehenden Ströme müssen von selbst heraufsteigende veranlassen. Da sie nicht bis zur Oberfläche des Quecksilbers herabdringen, so können sie nicht einmahl diese unmittelbar erwärmen, geschweige denn die Temperatur des Thermometers afficiren. *)

Zuletzt änderte ich den Versuch noch dahin ab, daſs ich über das Quecksilber $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Leinöhl, das bis 230° erhitzt war, goſs, und das sich während des Eingieſsens bis auf 180° abkühlte. Der Erfolg war im Ganzen derselbe als in den vorigen Versuchen. Das einzige Auffallende war, daſs das Thermometer *B* während des Eingieſsens des heiſsen Oehls nur von $41\frac{1}{2}$ bis 50°, also nur um $8\frac{1}{2}$° stieg, während es in den beiden vorigen Versuchen um fast 30° gestiegen war.

Alle drei Versuche wiederhohlte ich noch mit mannigfaltigen Abänderungen, die hier zu beschreiben, zu langweilig seyn würde. Immer blie-

*) Daſs diese Erklärung nicht die richtige ist, und was es für eine Bewandniſs mit solchen anscheinenden Strömen in Flüſsigkeiten, die erwärmt oder erkältet werden, hat, zeigt Thomson in dem zunächst folgenden Aufsatze. *d. H.*

ben die Refultate fehr nahe dieselben. Sie scheinen es mir aufser Zweifel zu setzen, das Queckfilber ein Leiter der Wärme ist.

Ich wünschte nun durch ähnliche Versuche auszumachen, ob nicht auch *Wasser* ein Wärmeleiter sey. Zu dem Ende füllte ich den Recipienten *M* mit Wasser von 40° Wärme, (eine gleiche Temperatur hatte die Luft,) so weit, dafs es 0,8 Zoll über der Kugel des Thermometers *B* stand. Darüber gofs ich eine dünne Lage Leinöhl, und darauf vorsichtig heifses Leinöhl von 220° Wärme, bis es 1″,15 hoch über der Oberfläche des Wassers stand. Die Temperatur des Oehls, als ich es beobachten konnte, war bis 160° gesunken, das Thermometer *B* stand aber noch auf 40°. Erst nach mehrern Minuten fing es an zu steigen, und stieg dann 34′ lang, aber nur um 6½°. — Ich wiederhohlte diesen Versuch mit allen drei Thermometern, und zwar so, dafs sich *A* 0,2″, *B* 0,7″ und *C* 1″,725 unter der Oberfläche des Wassers befand. Das Wasser war 2″,2 tief und hatte, gleich der Luft, eine Temperatur von 42°. Darauf gofs ich etwas kaltes und dann heifses Leinöhl von 220° Wärme bis zu einer Höhe von 2″,125 darüber.

Nun stiegen die Thermometer	A	B	C
überhaupt um	18°	10°	6,5°
und erreichten den höchsten Stand in	11′	31′	106′

Hieraus ist offenbar, dafs Wasser den Wärmestoff nicht *durch sich hindurchläfst*, da die Thermometer so langsam, und nicht instantan stiegen. Fer-

ner erhellt daraus, dafs auch nicht die Wände des Gefäfses den Wärmeltoff zugeleitet haben können; denn fonst hätte in allen Verfuchen das Thermometer *C*, das fich den Wänden zunächst befand, am fchnellesten, oder doch wenigstens in den Verfuchen mit Leinöhl in allen um gleich viel und gleich fchnell fteigen müffen. In dem mit Queckfilber ftieg es aber höher und fchneller, nämlich um 13° in 15′, welches leicht zu erklären ift, wenn man annimmt, dafs Waffer ein fchlechterer Wärmeleiter als Queckfilber ift. — Dafs die kalte Flüffigkeit durch das Eingiefsen des heifsen Leinöhls weder in Wellenbewegung noch in ftrömende Bewegung geräth, und dadurch etwa mit dem Thermometer in unmittelbare Berührung kömmt, zeigte fich, als ich eine Lauge von kohlenfaurem Kali, die mit Bernfteinftückchen gemengt war, in den Recipienten *M*, bis fie 0,3 Zoll über der Thermometerkugel *B* ftand, und darüber ½ Zoll hoch kaltes Waffer gofs. Beide Flüffigkeiten ftanden ruhig und unvermifcht über einander, und als ich nun noch kochendes, durch Kohlfaft bläulich gefärbtes Waffer hinzugofs, blieb die blaue Flüffigkeit zu oberft und fenkte fich nur in Wolken hier und da etwas bis über die Hälfte in das kalte Waffer hinab, erreichte aber nirgends die Kalilauge. Das Thermometer *B* ftieg in 20′ um 17°, das Thermometer *C*, welches das Gefäfs berührte, aber erft in 65′ um 16°, und während diefer ganzen Zeit blieben die Bernfteinftückchen in vollkommner Ruhe. Mithin gab es während des

Verſuchs in der Lauge keine Ströme. Dieſe hätten aber vorhanden ſeyn müſſen, (an den Seiten aufſteigende, in der Mitte ein herabſteigender Strom,) wäre die Lauge durch die Seitenwände des Gefäſses erwärmt wroden. Dieſer Verſuch beweiſt alſo zugleich wieder, daſs die Wärme dem Thermometer *B* nicht durch die Wände des Gefäſses zugeführt wurde.

Da nun alle andern Urſachen, durch die das Steigen des Thermometers *B* in dieſen Verſuchen bewirkt werden konnte, wie wir hieraus ſehen, unzuläſſig ſind, ſo müſſen wir ſchlieſsen, daſs allerdings auch das Waſſer ein *Leiter der Wärme* iſt. Und zwar ſcheint es ein viel ſchlechterer Wärmeleiter als Queckſilber zu ſeyn.

Noch ſtellte ich einen Verſuch mit *Schwefelſäure* an. Ich füllte concentrirte Schwefelſäure in den Recipienten *M*, bis ſie 0,6 Zoll hoch über der Kugel des Thermometers *B* ſtand. Die Temperatur derſelben und der Luft war 43°. Darüber goſs ich mit Vorſicht eine geſättigte Lauge von überſchüſſig ſaurem ſchwefelſauren Kali von derſelben Temperatur 0,4 Zoll hoch. Beide Flüſſigkeiten blieben völlig unvermengt. Nur allmählig verband ſich das oben ſtehende Waſſer mit der Säure darunter, unter Entbindung von Wärme, und dieſe Wärme, erwartete ich, werde ſich durch die Wärme nach unten fortpflanzen. Das Thermometer *A* war ſo aufgehangen, daſs die ganze Kugel in ſchwefelſaurem Kali hing; es ſtieg in 20′ von 43° bis 82°, blieb 15′ ſtehn

ſtehn und ſank dann ſehr allmählig. Das Thermometer *B* ſtieg von 43° bis 63½°, erreichte dieſe Höhe aber erſt in 70′, und ſank dann nach 5′ ſehr langſam wieder herab. Das Thermometer *C*, welches 1″,366 unter der Oberfläche der Säure hing, ſtieg 90′ lang von 43° bis 56¼° und blieb 30′ lang auf dieſer Höhe ſtehn. — Nach zwei Tagen war die Berührungsfläche beider Flüſſigkeiten noch ſo deutlich wahrzunehmen, wie je, nur war die Schicht ſchwefelſaures Kali noch einmahl ſo hoch geworden, welches offenbar daher rührte, daſs ſich ein anſehnlicher Theil Säure mit ihr verbunden hatte.

Dieſer Verſuch, glaube ich, beweiſt, daſs auch Schwefelſäure ein Leiter der Wärme iſt. Und ſo ſind höchſt wahrſcheinlich alle Flüſſigkeiten Wärmeleiter.

II.

Ueber die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüssigkeiten statt finden,

von

Thomas Thomson,

M. D. u. Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

Bei keinen Unterſuchungen iſt es wohl leichter, uns zu täuſchen, als bei Nachforſchungen über die innern Bewegungen der Theilchen eines Körpers. Da die einzelnen Theilchen zu klein ſind, um wahrgenommen zu werden, ſo können auch ihre Bewegungen nicht unmittelbar in die Sinne fallen, und es läſst ſich auf ſie nur aus gewiſſen ſichtbaren Veränderungen ſchlieſsen, die wir als die Folgen, oder höchſtens als die beſtändigen Begleiter dieſer Bewegungen anſehn. Leider ſind aber die Erſcheinungen, auf die wir unſre Schlüſſe bauen, ſelten von der Art, daſs ſich für ſie nur eine einzige Urſach und keine andere denken lieſse. Sie laſſen ſich mehrentheils von verſchiednen Urſachen herleiten; um die wahre aufzufinden, wird nicht wenig Fleiſs, Geduld und beſondere Geſchicklichkeit erfordert; und ſelbſt alle mögliche Vorſicht ſchützt uns nicht immer vor Irrthum. Die Erſcheinung, mit der ſich dieſe Abhandlung beſchäftigt, giebt ein ſehr in

*) Nicholſon's *Journ.*, Febr. 1802, p. 81 f. *d. H.*

die Augen fallendes Beispiel, wie nöthig die gröſste Vorsicht bei unsern Folgerungen ist, selbst wenn sie auf den ersten Blick mit unumgänglicher Nothwendigkeit aus den Erscheinungen zu flieſsen scheinen.

Graf Rumford wurde auf die Vermuthung, daſs Flüſsigkeiten Nichtleiter der Wärme sind, durch das Auf- und Niedersteigen einiger undurchsichtiger Theilchen geführt, welches er in Flüſsigkeiten wahrnahm, die zum Abkühlen in einem von der Sonne beschienenen Fenster standen.*) Es war sehr natürlich, daſs er schloſs, diese Bewegung werde durch Strömungen in der Flüſsigkeit, welche gleiche Richtung mit den dunkeln Körperchen haben, hervorgebracht; und daraus folgerte er, daſs jedes einzelne Theilchen der Flüſsigkeit nur dadurch abgekühlt werde, daſs er seinen Wärmestoff an der Oberfläche oder an den Seiten des Gefäſses absetze, daſs also diese Theilchen unfähig seyen, einander selbst die Wärme mitzutheilen. Die Vorrichtung, durch die er diese Bewegungen dem bloſsen Auge sichtbar machte, ist sehr einfach und sinnreich. Er vermischte kleine Bernsteinkörnchen mit einer Kaliauflösung, die mit Waſser verdünnt wurde, bis ihr specifisches Gewicht dem des Bernsteins gleich war, und bis daher die Bernsteinkörnchen überall in der Auflösung schwebten. Sobald die Flüſsigkeit erwärmt wurde, stiegen die Körner auf und ab, und zeigten dem Zuschauer die Strömungen in der

*) Vergl. *Annalen*, I, 216 f. *d. H.*

Flüssigkeit, deren Daseyn hierdurch so vollgültig bewährt zu seyn scheint, dass bis jetzt, so viel ich weiss, noch niemand auch nur einmahl vermuthet hat, diese Bewegung könne auf einer andern Ursach beruhen. Ich habe den Versuch häufig wiederhohlt, ihn auch andern gezeigt; und obgleich die Bewegungen nicht ganz so waren, wie Graf Rumford sie beschreibt, so verfehlten sie doch nie, bei jedem die vollkommene Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Strömungen, wie sie dieser Naturforscher angiebt, hervorzubringen. Und doch wird die Bewegung des Bernsteins in der That nicht durch die Strömungen in der Flüssigkeit erzeugt, und ist oft vorhanden, wenn dergleichen Strömungen durchaus fehlen. Diese Behauptung scheint auf den ersten Anblick vielleicht sehr sonderbar, allein die Beweise, worauf sie sich gründet, lassen keinen Zweifel übrig.

Mehrere Umstände bei diesen vorgeblichen Strömungen sind, wenn wir genauer darüber nachdenken, nicht leicht zu erklären. Die Bewegung des Bernsteins ist sehr schnell, indess der Unterschied des specifischen Gewichts der warmen und kalten Theilchen der Flüssigkeit, worauf, nach Graf Rumford, die Ursach der Strömungen beruhen soll, nur eine so langsame Bewegung hervorbringen könnte, dass sie kaum wahrzunehmen wäre. Noch mehr setzt uns das völlige Missverhältniss zwischen diesen schnellen Strömungen und der Langsamkeit, mit der sich die Flüssigkeit abkühlt, in Verlegenheit. Be-

wegte sich das Wasser wirklich mit derselben Schnelligkeit wie der Bernstein, und verlöre, [an der Oberfläche und den Seiten,] auch immer nur den zehnten Theil des Wärmestoffs, der nöthig ist, um diese Geschwindigkeit hervorzubringen, so müſste sich die ganze Flüssigkeit fast in einem Augenblicke bis zur Temperatur der Atmosphäre abkühlen, statt daſs dazu immer einige Stunden erforderlich sind.

Diese auffallenden Anomalien lieſsen vermuthen, daſs wohl eine andere Ursach, als die Strömungen in der Flüssigkeit, die Bewegung des Bernsteins hervorgebracht haben könne, und machte eine aufmerksamere Prüfung dieses Gegenstandes nothwendig. Folgende Versuche schienen mir die einfachsten, um zu bestimmen, ob jene Strömungen wirklich statt finden oder nicht.

Ich goſs in das gläserne Gefäſs *A*, (Taf. II, Fig. 2,) Wasser, welches mit dem Safte von rothem Kohle blau gefärbt war, bis es bis *m* stand. Dann füllte ich reines Wasser bis *n* darüber, so daſs es unvermischt mit der blauen Infusion blieb, was mir erst nach mehrern miſslungnen Versuchen glückte, mit Hülfe eines Stückchens Kork, das auf der Oberfläche der blauen Flüssigkeit schwamm, und eines Trichters, der sich in ein langes Haarröhrchen endigte. So hatte ich in dem Gefäſse *A* zwei Flüssigkeiten, beide von fast gleichem specifischen Gewichte, die untere blau, die obere ungefärbt, und bei *m* deutlich von einander geschieden. Mehrere dunk-

le Theilchen ſchwebten in dem blauen Aufguſſe, und dieſe dienten ſtatt der Bernſteinkörnchen.

Meine Abſicht war, den Boden des Gefäſses *A* zu erhitzen, wodurch die vorgeblichen Strömungen hervorgebracht, und die dunkeln Körperchen in Bewegung geſetzt werden muſsten. Wurden nun die in der Flüſſigkeit ſchwebenden Theilchen wirklich durch Strömungen bewegt, ſo muſsten ſie offenbar Theile des blauen Infuſums mit ſich hinaufnehmen, und indem ſie durch die Fläche *m* in das ungefärbte Waſſer ſtiegen, hätte ein blauer, dem Auge bemerkbarer Strom ſie begleiten müſſen. Waren dagegen bloſs die im Waſſer ſchwebenden Körperchen in Bewegung, das Waſſer ſelbſt aber in Ruhe, ſo muſsten ſie durch die Fläche *m* ſteigen, ohne von einem Strome des blauen Infuſums begleitet zu werden.

Ich ſetzte nun eine brennende Lampe in einer ſolchen Entfernung unter das Gefäſs *A*, daſs einige Zeit verſtrich, ehe die Körperchen in Bewegung kamen, und ſtellte mich ſo, daſs ſich das Gefäſs gerade zwiſchen meinem Auge und dem Fenſter befand. Allmählig begannen die Körperchen durch die Fläche *m* anzuſteigen, und kamen in das ungefärbte Waſſer, *ohne von Theilen des blauen Infuſums begleitet zu ſeyn.* Darauf ſtiegen ſie, wie gewöhnlich, wieder herab, und dieſe Wechſelbewegungen dauerten einige Zeit fort, ohne eine Vermiſchung beider Flüſſigkeiten zu bewirken. Dieſes war ein offenbarer Beweis, daſs die Bewegung der Körper-

chen nicht die Strömungen in der Flüſſigkeit zur Urſach hatte, ſondern von ihr ganz unabhängig war. Jedes Mahl, als ein ſolches Körperchen über die Linie *m* hinausging, erhob ſich die Oberfläche der blauen Flüſſigkeit wellenförmig. Durch die beſtändige Wiederhohlung dieſer wellenförmigen Bewegung wurde die Linie *m* endlich undeutlich, und ſtieg immer höher und höher, bis endlich alles Waſſer bläulich gefärbt war; doch verſtrichen wohl 10 Minuten, ehe dieſes geſchah, und die Bewegung der ſchwebenden Körperchen, welche die ganze Zeit hindurch ununterbrochen fortdauerte, war immer noch ganz deutlich.

Es war noch nöthig, dieſen Verſuch mit Bernſteinkörnchen zu wiederhohlen, um gewiſs zu werden, ob auch ihre Bewegungen von derſelben Art waren, wie die jener ſchwebenden Körperchen, oder nicht. Ich füllte zu dem Ende das Glas *A* bis an *m* mit einer Kaliauflöſung, in der Bernſteinkörnchen ſchwammen, erhitzte es bis zum Sieden über einem Feuer, und lieſs es ſelbſt einige Zeit ſieden. Das Gefäſs wurde in einem Zimmer, wo die Luft eine Temperatur von 50° hatte, aufgehangen, ſo daſs ſich die Kaliauflöſung um 150° abkühlen konnte. *) Ich färbte darauf die Oberfläche der Auflöſung mit einem oder zwei Tropfen des Infuſums von rothem Kohle, ſo daſs eine gefärbte Schicht

*) Vorläufige Verſuche hatten mich gelehrt, daſs der Verſuch bei einer höhern Temperatur miſsglückt. *Th.*

von etwa ½ Zoll Höhe auf der Auflösung schwamm.*) Die Abkühlung dauerte ohne Unterbrechung fort, und die Flüssigkeit erreichte die Temperatur der Luft, ohne die geringste Veränderung in dem gefärbten Theile, oder eine Vermischung desselben mit dem untern ungefärbten Theile zu bewirken. In der ersten Zeit des Abkühlens stieg der Bernstein auf und nieder; einzelne Stückchen kamen selbst bis an die Oberfläche, und stiegen dann wieder bis auf den Boden hinab. — Dieser Versuch zeigt ganz entscheidend, dass Strömungen die Bewegung des Bernsteins *nicht* hervorbrachten, und dass während der ganzen Zeit, dass sich die Flüssigkeit von 150 bis 50° abkühlte, in der That in ihr gar keine Strömungen statt gefunden hatten.

Da auf diese Art dargethan war, dass der Bernstein sich durch die Flüssigkeit bewegt, und nicht von ihr in Bewegung gesetzt wird; so kam es nun darauf an, wo möglich, die Ursach dieser Bewegung auszumitteln. Vielleicht, dass folgende Beobachtungen einiges Licht hierüber verbreiten.

1. Wird eine Kaliauflösung mit Bernsteinkörnchen von gleichem specifischen Gewichte mit ihr, in einem Glase bis nahe zum Siedepunkte erhitzt, und dann in der Luft aufgehangen, um sich abzukühlen, so sinkt aller Bernstein zu Boden. Daraus sehen wir, dass der Bernstein, der mit der kalten Auflösung gleiches specifisches Gewicht hatte, spe-

*) Die Farbe ist, wenn man wenig Kohlsaft nimmt, gelb; zu viel macht eine grüne Farbe. *Th.*

cifisch schwerer ist, als die heisse Auflösung, dass folglich der Bernstein sich in der Wärme weniger, als die Kaliauflösung, ausdehnt.

2. Der Bernstein bleibt aber nicht lange auf dem Boden. Die Körner steigen, eins nach dem andern, allmählig in die Höhe bis an die Oberfläche, und zwar mit sehr verschiedner Geschwindigkeit, einige schnell, andre langsam. Haben sie die Oberfläche erreicht, so fallen sie immer wieder zu Boden. Die Wechselbewegungen dauern einige Zeit fort; nach und nach vermindert sich aber die Zahl der auf- und absteigenden Körner, und endlich setzen sie sich alle zu Boden. Zuweilen stossen zwei Bernsteinkörnchen, ein auf- und ein absteigendes, in irgend einem Theile der Auflösung auf einander. In diesem Falle tauschen sie zuweilen ihre Bewegungen um; das, welches vorher aufstieg, sinkt zu Boden, und das herabsteigende kehrt zur Oberfläche zurück. Wird der Versuch mit einer durchsichtigen Auflösung und bei hellem Lichte angestellt, so bemerkt man an jedem aufsteigenden Bernsteinkörnchen ein Luftbläschen, welches das Körnchen mit in die Höhe nimmt. Dieses Bläschen trennt sich an der Oberfläche, und der Bernstein, seines Hülfsmittels zum Steigen beraubt, fällt wieder zu Boden. Zuweilen, wenn zwei Bernsteinkörnchen sich begegnen, geht das Luftbläschen von dem einen auf das andre über, was die Umwechselung ihrer Bewegungen veranlasst. Diese Luftbläschen sind von verschiedner Grösse; daher die ver-

schiedne Schnelligkeit der aufsteigenden Bernstein-körnchen.

3. Hat man die Kaliauflösung einige Minuten in dem Glase sieden lassen, und dann unmittelbar in der Luft zum Abkühlen aufgehangen, so machen sich Dampfblasen in groſser Menge eine geraume Zeit lang von den Bernsteinstückchen los, und verursachen eine sehr lebhafte Bewegung derselben. Daraus sieht man, daſs der Bernstein eine höhere Temperatur, als 212° F. erreicht, und daſs er nach und nach dieses Uebermaaſs von Wärmestoff an die umgebende Flüssigkeit abtritt.

4. Auch nachdem die Dampfentwickelung ganz aufgehört hat, fährt der Bernstein fort, schnell herauf- und herabzusteigen, auf eine sehr regelmäſsige Weise. Allmählig nimmt die Schnelligkeit der Bewegungen ab, und wenn die Auflösung sich bei einer Lufttemperatur von 50° bis auf etwa 140° abgekühlt hat, setzt sich der Bernstein zu Boden. *) Diese Bewegungen sind zu geschwind, als daſs sie

*) Der Bernstein, mit dem man diesen Versuch anstellen will, muſs wie ein feiner Sand seyn, sonst fällt er sogleich zu Boden. Aber selbst dann können die Strömungen mit bloſsem Auge bemerkt werden, wenn das Glas durchsichtig ist. Dieses Factum ist merkwürdig, und kann bloſs dadurch erklärt werden, daſs man ein gröſseres Intervall als gewöhnlich zwischen den Strömungen und dem übrigen Wasser annimmt, oder daſs man ein verschiednes specifisches Gewicht bei ihnen voraussetzt. *Th.*

durch die Abkühlung der Flüssigkeit hervorgebracht werden sollten; sie hängen indess bestimmt von der hohen Temperatur derselben ab. Ich würde glauben, dass sie die Strömungen, welche das Sieden in der Flüssigkeit hervorbringt, anzeigten, da sie denen sehr ähnlich sind, die bei einer heftigen Bewegung einer Flüssigkeit entstehn, wenn sie nicht weit längere Zeit dauerten, und alle Mahl dann aufhörten, wenn der Unterschied der Temperatur der Flüssigkeit und der äussern Luft etwa 90° beträgt.

5. Nachdem der Bernstein sich zu Boden gesetzt hat, dauert die Abkühlung ohne merkwürdige Erscheinungen fort, bis, bei einer äussern Temperatur von 50°, die Flüssigkeit etwa auf 100° kommt. Bei dieser Temperatur zeigen sich einige Stückchen Bernstein nur eben über den Boden des Gefäßes erhoben, und je kühler nun die Flüssigkeit wird, desto höher steigt allmählig der Bernstein. Zwar läßt sich in demselben keine Bewegung wahrnehmen; beobachtet man aber von Zeit zu Zeit die Lage einzelner Stückchen, so sieht man offenbar, dass sie ihren Platz verändert und sich der Oberfläche genähert haben. Hat endlich die Flüssigkeit die Temperatur der Luft erreicht, so sieht man einige Stückchen Bernstein an der Oberfläche schwimmen, andere nicht weit unter der Oberfläche, und kurz, den Bernstein durch alle Theile der Flüssigkeit vertheilt. Man mag die Flüssigkeit in diesem Zustande lassen, so lange man will, so verändern die Bernsteinkörnchen in ihr ihre Lage nicht, wenn sich

nicht die Temperatur der äuſsern Luft beträchtlich verändert. — Wir ſehen hieraus, daſs das Waſſer ſich ſchneller als der Bernſtein abkühlt; ſo daſs in einer Periode der Bernſtein ſpecifiſch leichter wird als das Waſſer, und deshalb doch nur höchſt langſam ſteigt, da die Differenz der ſpecifiſchen Schwere beider Körper äuſserſt geringe iſt. Zuerſt glaubte ich, der Bernſtein ſteige dadurch, daſs die obern Lagen der Flüſſigkeit herabſinken, und die untern, worin ſich der Bernſtein befindet, hinaufdrücken. Allein ich irrte mich. Denn als ich die Oberfläche der Auflöſung gelb färbte, blieb die gelbe Schicht rein abgeſchnitten, und veränderte ihre Stelle während des ganzen Prozeſſes nicht.

Bemerkung von Nicholſon. Atwood beweiſt in ſeiner *Treatiſe on Motion, Sect.* 5, *Prop.* 12, daſs eine Kugel von verſchwindendem Gewichte in jeder dichten Flüſſigkeit mit gleichförmiger Bewegung anſteigen müſſe; mit einer Geſchwindigkeit, welche ſie beim Fallen im luftleeren Raume durch $\frac{4}{3}$ ihres Durchmeſſers erlangt haben würde. Dieſes iſt die gröſst-möglichſte Geſchwindigkeit, die beim Aufſteigen einer Kugel in einer Flüſſigkeit ſtatt findet. Es kann ungereimt ſcheinen, da eine Berechnung zu verſuchen, wo der Durchmeſſer eines integrirenden Theilchens zu den Datis gehört. Allein wenn wir für den Durchmeſſer eines Waſſertheilchens bei deſſen gröſster Ausdehnung durch die Hitze irgend eine ſehr kleine Gröſse, z. B.

den millionsten Theil eines Zolls, annehmen, und danach die Geschwindigkeit desselben beim Aufsteigen berechnen, (sie würde in diesem Falle kaum 0,02 eines Zolles in *einer* Minute betragen,) so finden wir wenig Grund, anzunehmen, daſs aufsteigende Strömungen durch die bloſse Ausdehnung der Wassertheilchen, die nur durch die Berührung mit dem sie umgebenden Gefäſse erwärmt werden, hervorgebracht werden können. Und dieses muſs doch nothwendig angenommen werden, wenn Flüssigkeiten die Wärme nicht von Theilchen zu Theilchen zu leiten vermöchten.

Vorliegender trefflicher Aufsatz leitet unsre Aufmerksamkeit auf die mechanische Ursach der Circulation, die ohne allen Streit in Flüssigkeiten, während sie von unten erhitzt werden, statt findet, und welche den Hauptgrund zu der weit schnellern Erhöhung der Temperatur auf diesem Wege abgeben. Die Entwickelung und das Aufsteigen elastischer Flüssigkeiten scheint in den meisten, und wahrscheinlich in allen Fällen, vorauszugehn, und zuletzt diesen Kreislauf in dichtern Flüssigkeiten hervorzubringen. In dieser Hinsicht ist hier noch ein weites Feld zu Nachforschungen, die Art und Weise, wie sich die Wärme durch Flüssigkeiten verbreitet, betreffend. Keineswegs aber würde es gut seyn, durch unbestimmte Meinungen den Aufschlüssen vorzugreifen, welche wir durch die Versuche Anderer zu erwarten haben.

III.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über den Durchgang der Wärme durch Flüssigkeiten herabwärts,*

von

JOHN MURRAY,

Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

I. *Ungewißheit durch das Gefäß bewirkt, und Methode, ihr abzuhelfen.*

Die Behauptung des Grafen Rumford, daß Flüssigkeiten Nichtleiter des Wärmestoffs sind, ist noch immer sehr streitig. Zwar stützt sie sich auf eine Menge von Versuchen, die mit Scharfsinn ausgedacht und mit Geschicklichkeit ausgeführt sind, doch wird sie noch immer von Vielen bezweifelt. Die Versuche, welche ich darüber angestellt habe, beweisen mir, daß diese Untersuchungen wichtigern und schwerer zu vermeidenden Quellen des Irrthums unterworfen sind, als man *a priori* glauben möchte, und daß wir noch keine Versuche haben, die hinlänglich über Einwürfe erhaben sind, um die streitige Frage entscheiden zu können. Die folgenden Beobachtungen werden diese Behauptung rechtfertigen.

*) Ausgezogen aus zwei weitläufigen Abhandlungen in Nicholson's *Philosophical Journal*, Vol. I, p. 165 und p. 241. *d. H.*

Wird der Wärmestoff der Oberfläche irgend eines festen Körpers mitgetheilt, so erhöbet sich die Temperatur der ganzen Masse mehr oder minder schnell und wird gleichförmig. Der Wärmestoff geht in diesem Falle von einem Theilchen des festen Körpers zu dem andern über, und vertheilt sich so gleichförmig durch das Ganze. Wird der Wärmestoff einer Masse Flüssigkeit mitgetheilt, so wächst ebenfalls deren Temperatur gleichförmig; daher man annahm, dass auch in diesem Falle der Wärmestoff durch den flüssigen, wie vorher durch den festen Körper von Theilchen zu Theilchen durchgehe. Graf Rumford leugnet indess die Möglichkeit eines solchen Durchganges, und glaubt, die Veränderung der Temperatur werde in der Flüssigkeit auf eine andere Art erzeugt.

Wird ein Theil einer Flüssigkeit erhitzt, so muss er ausgedehnt, und seine specifische Schwere verringert werden, und er muss wegen seiner Verschiebbarkeit seinen Platz ändern. Wird daher einer Flüssigkeit der Wärmestoff durch die Oberfläche eines festen Körpers mitgetheilt, so muss der Theil derselben, der den festen Körper unmittelbar berührt, sobald dieser erwärmt ist, ein geringeres specifisches Gewicht als der übrige Theil der Flüssigkeit annehmen. Findet die Erhitzung von unten statt, so muss daher der erhitzte Theil der Flüssigkeit in die Höhe steigen; sein Platz wird von einem andern Theile eingenommen, und die ganze Masse muss nach und nach mit der erhitzten Oberfläche

des festen Körpers in Berührung kommen und eine Temperaturerhöhung erleiden. Nach Graf Rumford kann die Temperatur flüssiger Körper allein auf diese Art verändert werden. Jeder feste Körper, der mit ihnen in Berührung ist, kann ihnen Wärme mittheilen, aber der erhitzte Theil der Flüssigkeit theilt der übrigen Masse nichts von seinem Wärmestoffe mit, und nur die innere Bewegung der Theile bewirkt die Temperaturveränderung des Ganzen.

Dass diese grossen Theils dadurch bewirkt wird, haben Graf Rumford's Versuche deutlich gelehrt. Er zeigte, dass bei der Erhitzung eines flüssigen Körpers Bewegungen seiner Theile statt finden, und dass alles, was diese Bewegungen aufhält oder verhindert, auch die Schnelligkeit vermindert, mit welcher die Temperatur erhöht wird. Doch ist es offenbar, und Graf Rumford selbst hat es zugegeben, dass die Versuche, welche dies beweisen sollen, an sich betrachtet, *den* Satz nicht beweisen, dass *nur diese* Ursach die Temperaturveränderung in der Flüssigkeit hervorbringen könne, und dass sie nicht zum Theil auch durch den Uebergang des Wärmestoffs von einem Theile der Flüssigkeit zu einem andern erzeugt werde.

Ein andrer Grund scheint entscheidend für Graf Rumford's Meinung zu sprechen. Ist sie richtig, so kann keine Flüssigkeit von oben herab erhitzt werden. Wird ein heisser Körper an die Oberfläche derselben gebracht, so wird bloss die Temperatur

ratur ihrer oberſten Lage erhöht, indem ſie keinen Theil des Wärmeſtoffs, den ſie empfangen hat, nach unten mittheilen, und auch kein Theil der ſpecifiſch leichtern erwärmten Flüſſigkeit herabſinken kann, daher die Temperatur des untern Theils der Flüſſigkeit unverändert bleiben muſs. Graf Rumford hat, um darzuthun, daſs dieſes wirklich ſtatt finde, eine Menge Verſuche angeſtellt, unter denen mir der ſtringenteſte der zu ſeyn ſcheint, dem zu Folge ein erhitzter eiſerner Cylinder, der in Olivenöhl aufgehangen wurde, von einem nur 0,2 Zoll entfernten, auf dem Boden des Gefäſses befeſtigten Eisſtücke nichts zu ſchmelzen vermochte. Um dieſe Sache näher zu prüfen, bediente ich mich des Taf. II, Fig. 3, abgebildeten Apparats.

Das Thermometer *A* iſt ſo gebogen, daſs der Schenkel *ac*, der von der Kugel ausläuſt, länger iſt als der Schenkel *bc*, an dem ſich die Scale befindet, und es iſt ſo weit mit Queckſilber gefüllt, daſs bei jeder mäſsigen natürlichen Wärme der Schenkel *a* vollkommen gefüllt bleibt. Unten an der Röhre *b* fängt ſich die Scale mit 20° Fahr. an. Dieſes gebogene Thermometer iſt an einem Glasſtabe, und dieſer Stab in einer hölzernen Scheibe befeſtigt, welche dem Cylinderglaſe *B* zum Fuſse dient. Dieſes Glas iſt 3 Zoll weit und 9 Zoll hoch, und auf dem hölzernen Fuſse mit Wachs aufgekittet. Mit dieſem Apparate wurden folgende Verſuche angeſtellt:

Verſuch 1. In das Gefäſs *B* wurde bis $\frac{1}{4}$ Zoll hoch über der Kugel des Thermometers Waſſer

von einer Wärme von 46° Fahr. gegoſſen. Dieſelbe Temperatur hatte die Luft in dem Zimmer. Ich goſs nun eine Unze Olivenöhl, das bis auf 140° erhitzt war, auf ein kleines Stück Karte, legte dieſes auf die Oberfläche des Waſſers, zod die Karte langſam zurück, und vermied nun möglichſt alle Bewegung des Waſſers. In Zeit von einer Minute fing das Thermometer an, langſam zu ſteigen, fünf Minuten nach dem Anfange des Verſuchs war es 4° geſtiegen, in zehn Minuten $6\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten 8°. Nun ſtand es ſieben Minuten auf dieſem Punkte, ehe es wieder anfing, ganz langſam zu fallen.

Verſuch 2. In das Gefäſs *B* wurde wieder, bis 1 Zoll hoch über der Thermometerkugel, Waſſer von 49° Wärme gegoſſen, und darauf eine kupferne Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer in ſiedendem Waſſer bis 212° erhitzt und mittelſt eines Metalldrahts über der Thermometerkugel ſo aufgehängen, daſs der Zwiſchenraum $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. $2\frac{1}{2}$ Minute nach dem Einſenken der Kugel ſchien noch keine Wirkung auf das Thermometer geſchehn zu ſeyn; in fünf Minuten war es $1\frac{1}{2}$°, in zehn Minuten vom Anfange des Verſuchs an, $4\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten $7\frac{1}{2}$°, in zwanzig Minuten $8\frac{1}{2}$° geſtiegen. Nun blieb es ſtehen, und fing erſt nach funfzehn Minuten wieder an zu fallen. Ein Thermometer, (*C* in Fig. 1,) das ich ſo aufhing, daſs die Kugel deſſelben nur eben unter der Oberfläche des Waſſers getaucht war, ſtieg in wenig Minuten auf 82°, und von dieſem

Punkte an fiel es wieder allmählig. Folgende Tabelle zeigt die Resultate dieses Versuchs noch genauer.

Die Temperatur der Luft im Zimmer und des Wassers im Gefäſse war 49°. Es stand nach Einsenkung der erhitzten Kugel

		das Therm. *A*		das Therm. *C*
3 Minuten	auf	49½°	auf	78°
5		50½		82
10		53½		73
15		56½		69
20		57½		65
30		57½		62
40		57		60
50		56½		58½
65		56		56

Beide Versuche gaben, als ich sie wiederhohlte, dieselben Resultate, mit nur unbedeutenden Abweichungen.

In diesen Versuchen ging offenbar eine Quantität Wärmestoff durch einen Theil der Flüſsigkeit herab, so daſs sie eine beträchtliche Temperaturerhöhung in dem Thermometer bewirkte, welche beim ersten Versuche in 15 Minuten 8°, im zweiten in 20 Minuten 8½° betrug. Und hieraus würde folgen, daſs Flüſsigkeiten allerdings Wärmeleiter sind, würde nicht in allen Versuchen dieser Art eine Quantität Wärmestoff durch die Wände des Gefäſses herabgeleitet. Diese Quantität läſst sich nicht mit einiger Genauigkeit bestimmen, daher bleiben die Resultate jener Versuche immer zweifelhaft.

Dafs bei diefen Verfuchen dem Thermometer wirklich durch das Gefäfs, worin die Flüffigkeit enthalten ift, Wärmeftoff zugeführt wurde, läfst fich leicht zeigen. Bei dem erften Verfuche kam das heifse Oehl, das über die Oberfläche des Waffers verbreitet wurde, unmittelbar mit den Wänden des Gefäfses in Berührung. Daher mufste das Glas erhitzt werden und nach jeder Richtung den Wärmeftoff ausbreiten. Der Antheil deffelben, der fich nach unten ausbreitete, mufste fich den Waffertheilen, die das Gefäfs unmittelbar berührten, mittheilen, und dadurch, nach des Grafen von Rumford Idee, Strömungen veranlaffen, die an den Seiten heraufwärts, in der Achfe des Gefäfses aber herabwärts ftiegen; hierdurch mufste die Schicht des erwärmten Waffers fich immer mehr vergröfsern, und der Thermometerftand früher oder fpäter verändert werden, je nachdem die Kugel tiefer in die Flüffigkeit herabreichte, und das Thermometer konnte nur erft aufhören zu fteigen, wenn die Temperatur der ganzen Lage der Flüffigkeit, die fich oberhalb deffelben befand, ziemlich gleichförmig war. — Einen ähnlichen Erfolg mufste der zweite Verfuch haben, da die erhitzte Kugel einen Theil ihres Wärmeftoffs unmittelbar dem Waffer, mit welchem fie in Berührung kam, mittheilen, und diefes den Seiten des Gefäfses zufliefsen und ihnen Wärmeftoff überlaffen mufste. Man könnte glauben, dafs die Menge des fo durch das Gefäfs zugeführten Wärme-

stoffs nicht hinreichend sey, die beobachtete Temperaturerhöhung hervorzubringen. Allein wie kann man darüber gewiſs werden? und bleiben nicht, ehe dieses erwiesen ist, eben deshalb die Versuche unvollständig und zweifelhaft?

Wollte man das Gefäſs mit Wasser umgeben, damit dieses den Seiten des Gefäſses den ihnen zugeleiteten Wärmestoff entzöge, so würde dadurch doch nur ein Theil desselben abgeleitet werden, der wahrscheinlich nur um weniges gröſser seyn würde, als der Theil, der in den vorigen Versuchen von der das Gefäſs umgebenden Luft abgeleitet wurde. Ich glaubte indeſs, dieser Versuch könne in gewisser Hinsicht belehrend seyn, und stellte ihn daher an, auf die Art, wie es in Fig. 2 abgebildet ist.

Versuch 3. Der beim vorigen Versuche angewandte Apparat wurde in ein 6 Zoll weites Cylinderglas *D* gesetzt, und dieses so weit voll Wasser gegossen, bis das Wasser mit dem im innern Gefäſse gleiche Höhe hatte. Ueberdies wurde ein Thermometer *E* so hineingehängt, daſs sich die Kugel genau so weit unter der Oberfläche befand, als die Kugel des gebognen Thermometers im Gefäſse *A*. Nun hing ich die bis auf 212° erhitzte kupferne Kugel in den Apparat, in eben der Entfernung von dem Thermometer wie bei dem vorigen Versuche. Beide Thermometer standen beim Anfange des Versuchs auf 46°.

nach		stand das innere Therm. *A*		das äufsere Therm. *E*
3 Minuten	auf	$46\frac{1}{2}°$	auf	46°
5		$47\frac{1}{4}$		$46\frac{1}{2}$
10		$48\frac{1}{2}$		$47\frac{1}{4}$
15		$49\frac{1}{2}$		$48\frac{3}{4}$
20		$49\frac{1}{2}$		$48\frac{3}{4}$
30		49		48

Diefer Verfuch beweifst nichts mehr, als dafs eine Quantität Wärmeftoff durch die Wände des Gefäfses geleitet wird. Man könnte vielleicht glauben, dafs aus der Vergleichung der Veränderungen beider Thermometer fich auf die Art, wie die Wände des Gefäfses den Wärmeftoff leiten, fchliefsen laffe; allein dabei kommen zu viel Umftände, die wir weder in unfrer Macht haben noch ganz überfehen können, mit in Anfchlag.

Man fieht hieraus, dafs die vorhergehenden und alle ähnlichen Verfuche nicht hinreichen, die Frage zu entfcheiden, ob die Flüffigkeiten Wärmeleiter find oder nicht, weil in ihnen die Wände des Gefäfses eine nicht beftimmbare Menge Wärmeftoff herableiten. Durch kein Mittel läfst fich diefe Quelle des Irrthums verftopfen. Alle Maafsregeln dagegen fchwächen zugleich die Wirkung, die aus der leitenden Kraft der Flüffigkeit, wenn es eine folche giebt, entftehn müfsten, und es mufs alfo ungewifs bleiben, welchem Umftande man die verminderte Wirkung, die bei Anwendung jener Mittel ftatt findet, zufchreiben foll. Diefes ift z. B. der Fall, wenn man die Thermometerkugel von dem

den Wärmestoff mittheilenden Körper beträchtlich entfernt, oder wenn man statt des schmalen Cylinders ein weites Gefäſs nimmt.

Und doch zweifle ich nicht, daſs es mir gelingen werde, alle diese Ungewiſsheit zu verbannen, obschon ich ehemahls daran verzweifelte. Und das zwar durch ein sehr einfaches Mittel: durch Anwendung eines Gefäſses von Eis, statt des Glasgefäſses, in welches eine Flüſſigkeit von 32° F. Wärme gegossen wird. Denn Eis kann keine höhere Temperatur als 32° annehmen, und daher ein solches Gefäſs keinen Wärmestoff herableiten.

Es wird nicht überflüſſig seyn, zu bemerken, daſs obige Versuche im vorigen Winter im Laufe meiner Vorlesungen angestellt würden, und daſs eine kurze Nachricht davon in meinen Anfangsgründen der Chemie steht. Jetzt habe ich sie zum Theil genauer angestellt, um ihre Unzulänglichkeit zur Bestätigung oder Widerlegung von Graf Rumford's Meinung auſser Streit zu setzen.

Edinburg den 20sten Januar 1802.

II. *Durchgang der Wärme herabwärts durch Queckſilber und durch Oehl in Gefäſsen aus Eis, woraus erhellet, daſs diese Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind.*

Bei den in der vorigen Abhandlung beschriebnen Versuchen, eine Flüſſigkeit dadurch von oben herab zu erwärmen, daſs man einen erhitzten Kör-

per in Berührung mit ihrer Oberfläche bringt, entstand jedes Mahl ein Irrthum durch die wärmeleitende Eigenschaft des Gefäſses, worin die Flüſſigkeit enthalten war; und man mag den Verſuch in Glasgefäſsen anſtellen, wie man will, ſo kann man doch dieſen Irrthum weder durchaus vermeiden, noch den Einfluſs deſſelben ſo beſtimmen, daſs ſich genau angeben lieſse, in welchem Grade die beobachtete Temperaturerhöhung der Flüſſigkeit jenem Umſtande zuzuſchreiben ſey.

Dieſen Irrthum kann man indeſs, meiner Meinung nach, völlig vermeiden, wenn man die Flüſſigkeit in einen hohlen Cylinder von Eis gieſst. Man denke ſich ein Thermometer in einem ſolchen Gefäſse horizontal ſo angebracht, daſs die Thermometerkugel in der Achſe des Cylinders und mit Waſſer von 32° Wärme bedeckt iſt. Bringt man nun einen erhitzten Körper mit der Oberfläche der Flüſſigkeit in Berührung, oder taucht ihn ſo in dieſelbe ein, daſs er die Thermometerkugel noch nicht berührt, — und das Thermometer ſteigt: ſo muſs man ſchlieſsen, daſs die Flüſſigkeit den Wärmeſtoff leitet, da dieſer dann nur durch die Flüſſigkeit zu der Kugel gelangen kann. Der Wärmeſtoff verbreitet ſich durch Flüſſigkeiten nicht ſtrahlend; der Verſuch läſst ſich ferner leicht ſo anſtellen, daſs das Thermometer vor aller Erwärmung geſichert iſt, die ihm durch Bewegung, in welche die Flüſſigkeit beim Eintauchen des erhitzten Körpers geräth, zugeführt werden könnte; und überdies laſſen die

Wände des Gefäſses keinen Wärmeſtoff durch, da Eis nicht über 32° F. erwärmt zu werden, und folglich auch den Wärmegrad der eingeſchloſsnen Flüſſigkeit nicht zu erhöhen vermag. Wenn daher bei dieſem Verſuche das Thermometer ſteigt, ſo darf man ſicher ſchlieſsen, der Wärmeſtoff werde von der Flüſſigkeit vom erhitzten Körper zu dem Thermometer herabgeleitet.

Ob indeſs auch der umgekehrte Satz gilt und ob, wenn das Thermometer nicht ſteigt, dieſes beweiſt, daſs die Flüſſigkeit ein vollkommner Nichtleiter der Wärme iſt, das ſcheint zweifelhaft zu ſeyn. Es läſst ſich *a priori* weder beſtimmen, ob eine Flüſſigkeit in einem Eisgefäſse über 32° erwärmt werden, noch, ob ſie, falls ſie auch wirklich ein Wärmeleiter wäre, doch keinen höhern Wärmegrad auf irgend eine bemerkbare Weite durch ſich hindurchleiten könne. Die Theilchen der Flüſſigkeit, die den erhitzten feſten Körper berühren, werden erwärmt, und bilden einen aufſteigenden Strom, der den Wänden des Gefäſses zuflieſsen muſs. Das Eis entzieht dieſen Theilchen das Uebermaaſs von Wärmeſtoff, und ſie nehmen wieder die Temperatur von 32° an. Ob bei dieſen Umſtänden die Temperatur eines Theiles der Flüſſigkeit unterhalb des erhitzten Körpers, auch wenn ſie ein Wärmeleiter iſt, erhöht werden könne, läſst ſich nicht überſehn, und es bleibt daher auch ungewiſs, ob man, wenn das Thermometer bei dieſem Verſuche nicht

steigt, schliessen dürfe, die Flüssigkeit sey ein vollkommner Nichtleiter der Wärme.

Zweierlei machte es mir indess wahrscheinlich, dass, falls Flüssigkeiten Wärmeleiter sind, der Wärmestoff von dem erhitzten festen Körper durch eine dünne Schicht der Flüssigkeit dem Thermometer schneller werde zugeführt werden, als dass diese inzwischen durch das Eis abgekühlt werden könnte. Erstens ist Eis ein unvollkommner Leiter, und entzieht andern Körpern daher nur langsam den Wärmestoff. Wirft man ein Stück Eis in Wasser von 40 — 50° Wärme, so vergeht eine beträchtliche Zeit, ehe das Wasser auf 32° erkältet wird. Zweitens verhält sich unter gleichen Umständen die Geschwindigkeit, mit der ein heisser Körper einem kalten Wärmestoff abtritt, wie der Unterschied zwischen den Temperaturen beider, und ist z. B. bei 100° Temperaturunterschied weit grösser als bei 5°. Da nun in diesem Falle die Temperatur des festen erhitzten Körpers so viel höher als die des Thermometers und der Flüssigkeit ist, so muss die Mittheilung des Wärmestoffs an die Flüssigkeit schnell vor sich gehn, indess die erwärmte Flüssigkeit dem Eise ihren Wärmestoff, wegen des viel geringern Temperaturunterschiedes, nur sehr langsam abtritt. Ist daher die Flüssigkeit ein Wärmeleiter, so wird dieses Umstandes wegen das Thermometer allerdings steigen müssen, ungeachtet das Eis Wärmestoff verschluckt.

Ist dagegen die Flüssigkeit kein Wärmeleiter, so kann die Wärme auf keine Art durch die Flüssigkeit

zum Thermometer herabkommen. Es ſteigt dann von dem erhitzten feſten Körper ein erwärmender Strom auf, und an den Wänden des Gefäſses wieder herab, wo er ſeine erhöhte Temperatur ganz oder zum Theil verliert. Dieſer abſteigende Strom kann aber nicht tiefer heruntergehn, als wo der aufſteigende Strom beginnt, und daher auf keinen Fall die Thermometerkugel erreichen.

Man ſieht daher, daſs aus allen dieſen Gründen der Verſuch in einem Eisgefäſse entſcheidend ſeyn muſs. Steigt das Thermometer, ſo iſt die Flüſſigkeit unbezweifelt ein Wärmeleiter. Steigt es nicht, ſo kann man, wenn nicht mit gleicher Gewiſsheit, doch mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit, ſchlieſsen, daſs ſie den Wärmeſtoff nicht leiten kann.

Ich ließs Waſſer in einer zinnernen Form zu einem cylindriſchen Gefäſse aus Eis gefrieren, das im Lichten 3 Zoll weit und 3½ Zoll tief, und das durchgehends 1½ Zoll dick war. (Taf. II, Fig. 5.) Ein horizontal liegendes Thermometer *B* war in der Seitenwand ſo mit eingefroren, daſs die Thermometerkugel ſich in der Achſe des Cylinders befand, und daſs von einer hineingegoſsnen Flüſſigkeit hier nichts herausſickerte. In dieſem Gefäſse ſtellte ich nun die Verſuche auf die oft erwähnte Art an.

Zu dieſen Verſuchen iſt indeſs *Waſſer* ganz unbrauchbar, weil es die ſonderbare Eigenſchaft hat, ſich auszudehnen, wenn ſich die Temperatur von 40° bis 32° Fahr. vermindert, anſtatt ſich zuſam-

menzuziehn. Man denke sich den Eiscylinder mit Wasser von 32° Wärme angefüllt, und in dasselbe einen erhitzten festen Körper aufgehangen, so wird die Temperatur des mit demselben in Berührung stehenden Wassers unmittelbar 2 bis 3° erhöht, dadurch aber das Volumen desselben nicht vermehrt, sondern vermindert werden, daher es schwerer wird und sich nach der Thermometerkugel hinabsenken muss. So entsteht eine absteigende Strömung, die das Thermometer zum Steigen bringt.

Oehl und *Quecksilber* zeigen diese Erscheinung nicht. Crawford und de Lüc haben bewiesen, dass bei diesen Flüssigkeiten mit Verminderung der Temperatur auch das Volumen gleichförmig abnimmt, oder dass sie sich wenigstens bei der Temperatur, welche zur Anstellung der Versuche dieser Art erfordert wird, hinreichend regelmäßsig zusammenziehn. Schon ihre Anwendung zu Thermometern spricht hierfür hinreichend. Ich stellte daher die folgenden Versuche mit diesen Flüssigkeiten an.

Versuch 1. Es wurde in das Eisgefäss *Mandelöhl* gegossen, so dass es die Thermometerkugel $\frac{1}{4}$ Zoll hoch bedeckte, und darüber eine kleine cylindrische eiserne Schale *C*, die 2 Unzen Wasser fasste, so aufgehangen, dass ihr flacher Boden die Oberfläche des Oehls berührte. Ich zog sie einer massiven Kugel vor, weil sie das Oehl in einer grössern Fläche berührte, und weil an ihr die Tiefe, bis zu welcher sie eingetaucht war, sich genauer bestimmen liess. Beim Anfange des Versuchs stand

das Thermometer auf 32°. Ich goſs die Schale voll kochenden Waſſers, und nun ſtieg das Thermometer in $1\frac{1}{2}$ Minute auf $32\frac{3}{4}$°, in 3 Minuten auf $34\frac{1}{2}$°, in 5 Minuten auf $36\frac{1}{4}$°, in 7 Minuten auf $37\frac{1}{2}$°. Hier blieb es ſtehen; es war folglich in 7 Minuten um $5\frac{1}{2}$° Fahr. geſtiegen. Die Temperatur des Waſſers in der Schale war in dieſer Zeit bis 96° geſunken. Nachdem das Thermometer 6 Minuten auf $37\frac{1}{2}$° geſtanden hatte, fing es an zu fallen, um etwa 1° in anderthalb Minuten, bis es wieder auf 32° ſtand. Am Ende des Verſuchs zeigte ſich, daſs während deſſelben der obere Theil der Wände des Cylinders theilweiſe war ausgehöhlt worden, am meiſten an der Oberfläche des Oehls; weniger, tiefer herab, etwas indeſs ſelbſt unter dem Niveau der Thermometerkugel; ein Beweis, daſs die Flüſſigkeit bis zu dieſer Tiefe herunter erwärmt war. Das Oehl bedeckte das Thermometer noch immer $\frac{1}{4}$ Zoll hoch.

Darauf goſs ich ſo viel Oehl in das Gefäſs, daſs das Thermometer $\frac{1}{2}$ Zoll hoch davon bedeckt wurde, und wiederhohlte den Verſuch wie zuvor. Jetzt ſtieg das Thermometer in 3 Minuten von 32° auf $32\frac{1}{4}$, in 6 Minuten auf $32\frac{3}{4}$, in 8 Minuten auf 33, in 12 Minut. auf 34, in 15 Min. auf $34\frac{1}{2}$°, und hier ſtand es ſtill. Es war alſo in 15 Minut. $2\frac{1}{2}$° geſtiegen, und fiel ſo langſam wie beim erſten Verſuche.

Bei einer dritten Wiederhohlung dieſes Verſuchs wurde das Thermometer $\frac{3}{4}$ Zoll mit Oehl bedeckt, und nun ſtieg es in derſelben Zeit nur $1\frac{1}{2}$°.

Versuch 2. Ich stellte darauf in einem andern Eiscylinder, der dem vorigen in allem ähnlich war, dieselben Versuche mit *Quecksilber* an. Die kleine eiserne Schale wurde jetzt nicht aufgehangen, sondern ich liess sie auf dem Quecksilber schwimmen, und füllte sie vorsichtig mit kochendem Wasser. Als die Thermometerkugel nur $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Quecksilber bedeckt war, stieg das Thermometer augenblicklich, und zwar in 1 Minute von 32° bis 36°; diesen Stand behielt es 1 Minute lang, oder stieg eher noch um $\frac{1}{2}$°, und dann fiel es in 3 Minuten bis 35° herab, während die Temperatur des Wassers in der Schale sich bis auf 102° vermindert hatte. Das Thermometer fiel langsam fort, bis es wieder auf 32° stand. — Durch das Ausschmelzen der obern Theile der Seiten des Eiscylinders, das auch in diesem Versuche, wie im vorigen statt hat, wird der Durchmesser der Höhlung vermehrt, und dadurch die Höhe des Quecksilberstandes etwas vermindert. In dem Versuche mit Oehl findet etwas ähnliches nicht statt, weil das vom Eise abschmelzende Wasser, das schwerer als das Oehl ist, sich zu Boden senkt und, (indem Wasser nahe einerlei Raum mit dem Eise einnimmt,) die Oberfläche des Oehls genau auf einerlei Höhe erhält. Daher fand man bei genauen Messungen, die am Ende jedes Versuchs mit Oehl angestellt wurden, dass der Stand desselben nicht merklich tiefer, und so die Thermometerkugel noch eben so hoch wie zu Anfang mit Oehl bedeckt war. Bei dem Quecksilber aber

bleibt das Waſſer auf der Oberfläche deſſelben. Die Oberfläche des Queckſilbers ſank indeſs doch ſelbſt während dieſes Verſuchs nur ſo wenig, daſs die Thermometerkugel am Ende deſſelben noch mit ſo viel Queckſilber bedeckt blieb, daſs die Schale ungehindert ſchwamm, und ich fand ſowohl durch Meſſung, als mittelſt eines in der Wand des Cylinders eingefrornen Maaſsſtabes, daſs die Thermometerkugel noch $\frac{1}{8}$ Zoll tief unter Queckſilber ſtand. Die unmittelbar erwärmten Queckſilbertheile konnten daher nicht mit ihr in Berührung gekommen ſeyn. Das beweiſen auch die Erſcheinungen des Verſuchs ſelbſt. Anfangs, ehe die Queckſilberſäule merklich geſunken ſeyn konnte, ſtieg das Thermometer plötzlich, und gegen das Ende, als ſie ſo tief geſunken war, als ſie ſinken konnte, blieb es ſtehen, ungeachtet das Waſſer noch warm war. Als ich nun die Schale niederdrückte, um ſie mit der Thermometerkugel in Berührung zu bringen, ſtieg das Thermometer plötzlich; ein offenbarer Beweis, daſs ſie die Thermometerkugel vorher nicht berührt hatte. Noch weniger fand dieſes bei den folgenden Verſuchen ſtatt, wo die Menge der Flüſſigkeit zwiſchen dem erwärmten Körper und dem Thermometer vermehrt wurde.

Die Thermometerkugel wurde nun im Eisgefäſse $\frac{1}{2}$ Zoll hoch mit Queckſilber von 32° Wärme übergoſſen, und die auf dem Queckſilber ſchwimmende eiſerne Schale voll kochenden Waſſers gegoſſen. Das Thermometer ſtieg in 1 Minute auf $32\frac{1}{4}$,

in 2 Minuten auf 33¼, in 3 Minuten auf 33¾°, blieb dann stehen, und nach 6 Minuten fing es an zu fallen. Das Quecksilber in dem Gefäſse war nicht ganz um ¼ Zoll gesunken, und das Thermometer blieb daher am Ende des Versuchs noch mit ¼ Zoll Quecksilber bedeckt.

Bei einer dritten Wiederhohlung des Versuchs, wobei die Thermometerkugel mit 1 Zoll Quecksilber bedeckt war, betrug die Temperaturerhöhung ¾°.

Jeder dieser Versuche wurde wiederhohlt mit möglichster Genauigkeit angestellt, wobei mich mehrere Freunde unterstützten. Sie stimmten genau zusammen, und die oben angegebnen Zahlen sind im Mittel aus allen Wiederhohlungen genommen. Dabei wurden jedes Mahl einzelne Umstände abgeändert, z. B. der Eiscylinder wurde so weit gemacht, daſs ein kleines Thermometer ganz und gar horizontal hineingebracht und mit Oehl bedeckt werden konnte; oder es wurde statt der Schale eine massive Kupferkugel in der Flüssigkeit aufgehangen u.s.f.; und doch blieben die Resultate dieselben. Man muſs in diesen Versuchen darauf sehen, daſs das Eis, woraus das Gefäſs besteht, durchaus dicht gefroren ist, damit es die Flüssigkeit aufnehmen kann, ohne etwas hindurchsintern zu lassen. Bei dem Versuche mit Quecksilber lieſs ich den Eiscylinder in der äuſsern zinnernen Form stehn, um ihm Stärke genug zu geben, das Quecksilber ohne Gefahr zu halten. Dies konnte in dem Versuche keinen Unterschied machen; auch waren, wenn ich

ich den Zinncylinder wegliefs, die Refultate dieselben.

In allen Verfuchen fand zuverläffig eine Temperaturerhöhung im Thermometer ftatt, eine gröfsere oder geringere, je nachdem fich eine höhere Lage von Flüffigkeit zwifchen demfelben und dem erhitzten Körper befand. Nach der Natur diefes Verfuches felbft liefs fich kein beträchtliches Steigen erwarten, da die erwärmte Flüffigkeit ihren Wärmeftoff fchnell an den Eiscylinder abtreten mufste, der fie umfchlofs, woraus es fich auch erklärt, warum das Thermometer fchon zu einem feften Stande kam, und felbft zu fallen anfing, wenn der darüber aufgehangene erwärmte Körper noch eine beträchtlich hohe Temperatur hatte. Die Flüffigkeit nimmt nämlich den Wärmeftoff weit langfamer in fich auf, als das Eis ihn einfaugt.

Diefes Steigen läfst fich, wie mir däucht, unmöglich einem andern Grunde, als *der Eigenfchaft der Flüffigkeiten, den Wärmeftoff zu leiten*, zufchreiben. Von jeder andern Urfach, die man annehmen möchte, läfst fich die Nichtexiftenz beweifen.

Erftens ift es klar, dafs die Wände des Gefäfses der Flüffigkeit, die mit der Thermometerkugel in Berührung war und eine Temperatur von 32° F. hatte, keinen Wärmeftoff abtreten konnten. Eis kann zwar, wie andere fefte Körper, Wärmeftoff leiten, wenn die Temperatur unter dem Frierpunkte ift; aber da es felbft nicht mit einer Wärme über 32° befteht, fo kann es auch keiner Flüffigkeit

Wärmestoff über diesen Punkt hinaus zuführen, und daher auch in obigen Versuchen zum Steigen des Thermometers über diesen Punkt hinaus nichts beigetragen haben.

Zweitens wurde der Versuch so angestellt, dass alle Bewegung, welche einen Theil der unmittelbar erwärmten Flüssigkeit hätte der Thermometerkugel zuführen können, sorgfältig vermieden wurde. Dass eine solche nicht statt gefunden habe, beweist überdies das regelmässige, und bei einigen Versuchen das langsame Steigen des Thermometers.

Drittens konnten die Strömungen, welche in der Flüssigkeit durch die Berührung mit dem erhitzten Körper entstanden, den Wärmestoff nicht abwärts leiten. Denn gesetzt, die Flüssigkeiten sind Nichtleiter der Wärme, so konnten sie durch einen erhitzten Körper, der an ihrer Oberfläche blieb, keine Temperaturerhöhung leiden, da auch die Wände des Gefässes durchaus keine Temperaturerhöhung durch Mittheilung des Wärmestoffs hervorzubringen vermögen. Selbst wenn der erhitzte Körper bis zu einiger Tiefe in die Flüssigkeit eingetaucht wird, können nur von den Seiten und der untern Fläche desselben Strömungen entstehn, und die Flüssigkeit unter dieser Ebene kann daher nicht erwärmt werden.

Viertens habe ich gezeigt, dass das Steigen des Thermometers nicht davon hergeleitet werden kann, dass etwa die unmittelbar von dem festen

Körper erwärmten Theile dadurch bis zur Thermometerkugel herabkämen, daſs bei Erweiterung des Gefäſses durch das Schmelzen des Eiſes die Höhe der Oehl- oder Queckſilberſäule abnimmt. In dem Verſuche mit Oehl findet dieſes gar nicht ſtatt, da vermöge des erzeugten Waſſers das Oehl in derſelben Höhe bleibt, und dieſe Abnahme iſt ſelbſt in den Verſuchen mit Queckſilber nicht ſo beträchtlich, als ſie hätte ſeyn müſſen, um die an der Oberfläche erwärmten Theile mit dem Thermometer in Berührung zu bringen; dies lehrten wirkliche Meſſungen und die Erſcheinungen bei den Verſuchen ſelbſt.

Endlich kann auch der Wärmeſtoff, der die Thermometerkugel erreichte, nicht durch Strahlung zu ihr verbreitet worden ſeyn. Der Wärmeſtoff verbreitet ſich durch durchſichtige Flüſſigkeiten nicht auf dieſe Weiſe, und daſs er undurchſichtige, wie Queckſilber, auf dieſe Art durchdringen könnte, läſst ſich gar nicht einmahl annehmen, wie ſogleich in die Augen fällt. Daſs der Wärmeſtoff ſich auch durch durchſichtige Flüſſigkeiten nicht ſtrahlend verbreitet, iſt durch die Verſuche des Grafen Rumford hinlänglich bewieſen. Daſſelbe beweiſt der folgende Verſuch, den ich mit dem obigen Apparate angeſtellt habe. Das Thermometer in dem Eiscylinder wurde $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Oehl bedeckt, und nahe über der Oehlfläche die Schale ſo aufgehangen, daſs der Boden derſelben die Oehlfläche ſelbſt nicht berührte. Als kochendes Waſſer hin-

eingegoſſen wurde, ſtieg das Thermometer in 5 Minuten und darüber kaum um einen Grad, ſtatt daſs es in Verſuch 1, als die mit warmen Waſſer gefüllte Schale die Oehlfläche ſelbſt berührte, unter völlig gleichen Umſtänden in 7 Minuten um 5½ Grad ſtieg. Verbreitete ſich der Wärmeſtoff durch die Flüſſigkeit durch Strahlung, ſo hätte die angeführte Abänderung des Verſuchs das Reſultat nicht ändern können. Die Mittheilung der Temperatur vermittelſt des *Leitungsvermögens* der Flüſſigkeiten, muſs durch Berührung der Flüſſigkeit mit dem erwärmten Körper erhöht und erleichtert werden. Die Mittheilung der Wärme vermöge der *Strahlung* bedarf dagegen eines ſolchen Hülfsmittels nicht, und kann dadurch nicht befördert werden. Dieſer Verſuch beweiſt daher deutlich, daſs der Wärmeſtoff ſelbſt durchſichtige Flüſſigkeiten nicht durchſtrahlt. Die geringe Temperaturerhöhung, welche ſtatt fand, iſt dem Wärmeſtoffe zuzuſchreiben, der theils durch Strahlung, theils durch Mittheilung durch die Luft an die Oberfläche des Oehls kam, und von da dem Thermometer von der Flüſſigkeit zugeleitet wurde. Dieſes wird dadurch beſtätigt, daſs ſelbſt das Queckſilber, wenn damit der Verſuch auf gleiche Weiſe angeſtellt wurde, eine geringe Temperaturerhöhung anzeigte. Wurde die Schale mit heiſsem Waſſer über dem Queckſilber, welches die Thermometerkugel ¼ Zoll bedeckte, ſo aufgehangen, daſs ſie es nicht berührte, ſo ſtieg das Thermometer einen Grad.

Hiernach folgt aus allen unsern Versuchen der Schluss, dass die beobachtete Temperaturerhöhung aus der Eigenschaft der Flüssigkeit, *den Wärmestoff zu leiten*, zu erklären ist. Denn eine andre Ursach läst sich dafür nicht annehmen. Zwar habe ich mit keinen andern Flüssigkeiten, als mit Oehl und Quecksilber, Versuche angestellt, weil es schwer war, eine Flüssigkeit von hinlänglich verschiedener Natur von diesen zu finden, die das Eis hätte halten können. Ist es indess bewiesen, dass Oehl und Quecksilber Wärmeleiter sind, so wird es höchst wahrscheinlich, dass die übrigen Flüssigkeiten dieselben Eigenschaften besitzen. Quecksilber ist diesen Versuchen zu Folge wahrscheinlich ein besserer Wärmeleiter als Oehl, weil das Thermometer darin weit schneller stieg, als in dem Oehle.*) Dass

*) Dieses bestätigen einige Versuche, welche Nicholson in Gesellschaft mit mehrern Physikern über die streitige Frage, ob Flüssigkeiten Wärmeleiter sind oder nicht, hauptsächlich in der Absicht anstellte, um auszumachen, ob auch nicht das Gefäss die Wärme in Flüssigkeiten herableite. Das Gefäss war ein Cylinder aus Mahagonyholz und wurde ganz mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Darauf passte eine Stahlplatte, die bei jedem Versuche genau mit der Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung gebracht wurde, und so gross war, dass sie die ganze Oberfläche bedeckte. Von ihr ging ein Arm aus, der bis über eine daneben stehende Lampe reichte, und auf die Stahlplatte wurde ein Zinngefäss mit Wasser gesetzt. Die Lam-

die Temperaturerhöhung nicht beträchtlicher war, als im Oehle, scheint seinen Grund theils in der grössern Mobilität der Quecksilbertheilchen zu haben, vermöge deren sie sich geschwinder zu dem Ei-

pe erhitzte die Platte so, dass das Wasser im obern Gefässe in stetem Kochen blieb, wodurch die Platte selbst beständig bei einer Wärme von 212° F. erhalten wurde. Durch den Boden des Mahagonygefässes gingen zwei umgekehrt hängende Thermometer, deren eines sich in der Achse, das andere 0,2 Zoll von der innern Wand des Holzcylinders befand und deren Kugeln $\frac{1}{4}$ Zoll vom Boden abstanden. Das Gefäss selbst war im Lichten 3,5 Zoll weit und 2 Zoll tief. Als das Mahagonygefäss mit *Quecksilber* gefüllt war, stieg das Thermometer in der Achse um 20°, (von 77° bis 98°,) in 7 Minuten. Als es mit *Baumöhl* gefüllt war, erfolgte dieselbe Wirkung erst binnen 34 Minuten, erforderte also beinahe eine fünffache Zeit. Der Versuch mit Baumöhl wurde auf dieselbe Art in einem Glascylinder angestellt, und ein Beobachter gab während desselben auf die Bewegung der kleinen undurchsichtigen Theilchen im Oehle Acht. Während 30 Minuten, als das Kochen im obern Gefässe fortgesetzt wurde, war *kein* Strömen im Oehle wahrzunehmen. Ueber Wasser kochte das Wasser im obern Gefässe sehr heftig, über Quecksilber nur mässig, über dem Baumöhle mit viel Geräusch und Stössen. Dieses waren die merkwürdigsten Resultate der Versuche, die man in Nicholson's *Journal*, Vol. 5, p. 197, (*Aug.* 1801,) findet.

d. H.

se hin und wieder zurück bewegen, theils in dem höhern Grade des Wärmeleitungsvermögens des Quecksilbers, vermöge dessen es den Wärmestoff der umgebenden Eisfläche schneller als das Oehl abtritt, womit der Umstand zusammenstimmt, dass die Wände des Eiscylinders in dem Versuche mit Quecksilber tiefer, als in dem Versuche mit Oehl, ausgehöhlt wurden.

Edinburg den 27sten Febr. 1802.

IV.

Ueber die Kraft der Flüssigkeiten, Wärme zu leiten, in Beziehung auf des Grafen Rumford *siebenten Essay,*

von

John Dalton,
in Manchester. *)

— — — Da Graf Rumford die Mittheilung der Wärme im Wasser von Theilchen zu Theilchen leugnet, so müsste nach ihm, wenn warmes und kaltes Wasser zusammengegossen wird, beides nicht zu einer gemeinschaftlichen Temperatur gelangen, und wärmeres Wasser, das über Wasser von $42\frac{1}{2}$° F. Temp. gegossen würde, seine Wärme nicht durch dieses nach unten fortpflanzen können, aufser wenn man beide Antheile Wasser durch Schütteln oder andre Bewegung unter einander mengte, und

*) Zusammengezogen aus einer der Societät zu Manchester am 12ten April 1799 vorgelegten und in den *Memoirs of the Society of Manchester*, Vol. V, P. 2, p. 373 f., abgedruckten Abhandlung. Dalton theilt in ihr zuerst einige Versuche über den Wärmegrad mit, bei welchem Wasser die gröſste Dichtigkeit hat. Er setzt ihn auf 42,5° F., statt daſs Graf Rumford ihn nach de Lüc bei 40° F. annimmt. Diese Versuche verspare ich für das nächste Stück, und liefere hier die übrigen in einem vollständigen Auszuge. *d. H.*

selbst dann müfste bei wieder hergestellter Ruhe das wärmere Wasser nach oben steigen, und das kalte von $42\frac{1}{2}$° Temp. sich zu Boden setzen. Dieses widerspricht indess der gemeinen Meinung so sehr, dass es sich nicht ohne Prüfung annehmen läfst, und da Graf Rumford uns darüber keinen Versuch geliefert hat, so schien es mir vorzüglich nöthig, diesen Umstand näher zu beleuchten.

Versuch 1. Ein 5 Zoll hoher und $3\frac{1}{2}$ Zoll weiter gläserner Becher wurde zur Hälfte mit Wasser von 51° F., und dann vollends durch Hülfe eines kleinen Hebers mit Wasser von 88° F. gefüllt, nachdem zuvor ein Thermometer hineingebracht war, das bis auf den Boden reichte. Durch ein anderes Thermometer, dessen Kugel vorsichtig eingetaucht wurde, fand sich die Temperatur an der Oberfläche und in der Mitte, und zwar wie folgt:

Zeit - - - - - -	0	5′	12′	18′	30′	40′	60′
Temperatur							
an der Oberfläche	88°	85°	83°	80°	76°	73°	69°
in der Mitte - -				75°	72°		
am Boden - - -	51°	54°	56°	56°	60°	61°	61°

Die Temperatur der Luft war 50°.

Versuch 2. Dieser Versuch wurde wiederhohlt, nur mit dem Unterschiede, dafs ich das warme Wasser aus dem Heber auf die Mitte einer Holzscheibe strömen liefs, die auf der Oberfläche des kalten Wassers schwamm, um alle Strömung nach unten zu vermeiden.

Zeit - -	0	10′	30′	60′	80′	90′	180′
Temperat.							
a. d. Obfl.	116°	105°	85°	75°	70°	67°	$57\frac{1}{2}$°
am Boden	56°+	$56\frac{1}{2}$°	$57\frac{1}{3}$°	$58\frac{1}{2}$°	59°−	$58\frac{1}{2}$°	56°

Die Temperatur des kalten Waffers war 56°, und die der Luft 55°.

Verfuch 3. Ich nahm ein Bierglas von konifcher Form, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeffer und 3 Zoll tief, füllte es mit Waffer, das im Zimmer geftanden, und alfo ungefähr die Temperatur deffelben angenommen hatte, fetzte ein Thermometer hinein, fo dafs die Kugel auf dem Boden ftand, die Scale aber aufserhalb des Waffers war, und tauchte darauf die rothglühende Spitze eines Schüreifens einen halben Zoll tief in das Waffer. Nach $\frac{1}{2}$ Minute zog ich es heraus; ein empfindliches Thermometer, deffen Kugel ich dann fogleich $\frac{1}{4}$ Zoll tief in das Waffer brachte, ftieg in wenig Sekunden auf 180°.

Zeit - - - - - -	0	5′	20′	60°
Temperatur				
an der Oberfläche	180°	100°	70°	55°
in der Mitte - -		60°	60°	
am Boden - - - -	47°	$47\frac{1}{2}$°	49°	52°

Diefe Verfuche zeigen alle offenbar, dafs das Waffer ein eignes, von innerer Bewegung unabhängiges Vermögen, Wärme zu leiten, hat. Man wird dagegen nicht einwenden, dafs eine geringe Bewegung, die im Anfange jedes Verfuchs im Waffer unvermeidlich war, eine ganze Stunde lang fo bedeutende Wirkungen nach oben habe hervorbringen

können. Indeſs ſuchte ich auch dieſen Einwand durch Verſuche zu widerlegen.

Verſuch 4. Das Glas, deſſen ich mich bei dem erſten Verſuche bedient hatte, wurde zur Hälfte mit Regenwaſſer, das ſtark mit Lackmuſs gefärbt war, und dann vollends wie in Verſuch 2. mit reinem warmen Waſſer gefüllt. Die obere Hälfte war dadurch höchſt wenig gefärbt worden, ſo daſs dieſes ſich kaum wahrnehmen lieſs, und blieb ſo eine Stunde lang; nur zuletzt färbte ſie ſich etwas ſtärker, durch die Bewegung des Thermometers, deſſen Kugel bald in die Mitte, bald wieder nach oben gebracht wurde.

Zeit - -	0	7′	17′	27′	37′	47′	57′	77′
Temper.								
a. d. Obfl.	105°	97°	86°	79°	75°	70°	66°	60°
in d. Mitte					68°	66°	62°	59°
am Boden	44°	47°+	48°	49°+	50°	50°+	51½°	51½°

Die Temperatur der Luft war 45°.

Verſuch 5. Eine 16 Zoll lange und faſt 1 Zoll weite Glasröhre wurde zur Hälfte mit einer gefärbten und warmen Kochſalzauflöſung gefüllt, ein kleines Thermometer hineingeſetzt, und dann die Röhre vorſichtig mit reinem kalten Waſſer voll gegoſſen. Die Farbe verbreitete ſich nur in geringer Höhe nach oben, und blieb nach dem Füllen in unveränderlicher Höhe ſtehen; ein Beweis, daſs die warme Auflöſung von gröſserm ſpecifiſchen Gewichte, als das kalte Waſſer war.

Zeit - -	0;	5';	10';	21';	31';	45';	58';	91';	210';	425'
Temperatur an der Oberfl.	45°;	53°;	53°;	52°;	51°;	50½°;	50°;	49°;	47°;	46°
a. Bod.	85°;	79°;	74°;	69°;	66°;	64°;	61°;	56½°;	51°;	48°

Temperatur der Luft 45°.

Folgenden Verſuch ſtellte ich an, um zu ſehn, ob, wenn heiſses und kaltes Waſſer plötzlich zuſammengegoſſen und unter einander gerührt werde, das heiſse Waſſer an die Oberfläche aufſteigen würde oder nicht.

Verſuch 6. Die Luft im Zimmer hatte eine Temperatur von 50°. Etwa ½ Pinte Waſſer von 130° Wärme wurde in ein kaltes Glas gegoſſen, unmittelbar nachher eben ſo viel Waſſer von 50° Wärme, und nun alles eine halbe Minute mit einem Holzſtabe umgerührt. Das hineingetauchte Thermometer ſtand nun an der Oberfläche, wie am Boden, gleichmäſsig auf 85°. Das Glas wurde an einen ruhigen Ort hingeſtellt, und es fand ſich nach

	15';	30';	45';	60'
die Temperatur an der Oberfläche	77¼°;	73°;	68°;	64,8°
am Boden - - -	77°;	72⅔°;	67⅔;	64'6°

Hätten die wärmern Waſſertheilchen nicht ſchon während des Umrührens den kältern ihre Wärme gleichmäſsig mitgetheilt, ſo würden ſie haben nothwendig nach oben ſteigen, und eine beträchtliche Temperaturverſchiedenheit an der Oberfläche und am Boden bewirken müſſen. Daſs dieſes nicht geſchah, iſt ein überzeugender Beweis, daſs das Waſſer in der That ein Leitungsvermögen für

Wärme besitzt. Aus allen diesen Versuchen erhellet aber zugleich, daſs das Waſſer ein *schlechter Wärmeleiter* ist, ſo wie es auch ein ſchlechter Electricitätsleiter iſt. Das Herabſteigen der Wärme im zweiten Verſuche iſt bewundernswürdig langſam; eine geringe Bewegung während einer Sekunde wirkt zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts der Wärme eben ſo viel, als ein ſtundenlanges ruhiges Stehen. Wenn Verſuch 3 in einem Weinglaſe wiederhohlt wurde, fand ſich nicht ſelten zwiſchen dem oben und dem $\frac{1}{2}$ Zoll tiefer ſtehenden Waſſer ein Temperaturunterſchied von 50°.

Iſt es einmahl bewieſen, daſs Waſſer die Wärme leitet und von Theilchen zu Theilchen ſich mittheilt, ſo iſt es kaum nöthig, daſſelbe noch für andre Flüſſigkeiten darzuthun. Die beiden folgenden Verſuche zeigen indeſs, daſs dies beim *Queckſilber* der Fall iſt, und daſs Waſſer und Queckſilber ſich wechſelſeitig Wärme mittheilen.

Verſuch 7. Ich goſs in eine Glasröhre, die 1 Zoll weit war, 1$\frac{3}{4}$ Zoll hoch Queckſilber, und ſtellte die Kugel eines Thermometers auf den Boden der Röhre. Darüber füllte ich, mittelſt eines Hebers, 2$\frac{1}{4}$ Zoll hoch warmes Waſſer und lieſs alles in Ruhe ſtehn.

Zeit - - -	0	3′	6′	11′	14′	19′	27′
Temperat. d. Queckſilb.	56°	70°	73°	75°	74$\frac{1}{2}$°	73°	71°
des Waſſers	122°	118°	110°	100°	92°	87°	78°

Verſuch 8. In ein $2\frac{1}{2}$ Zoll weites Glas wurde 1 Zoll hoch Queckſilber gegoſſen und bis auf 110° erwärmt, und darauf 1 Zoll Waſſer von 50° darüber gegoſſen.

Zeit - - - - -	0	4′	8′	10′
Temperatur				
des Queckſilbers	110°	74°	71°	$70\frac{1}{2}$°
des Waſſers - -	50°	70°	$70\frac{1}{2}$°	70°

Da Waſſer ein ſo ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo war ich nicht wenig begierig, zu erfahren, wie *Eis* die Wärme leite. Dazu diente folgender Verſuch, den ich am 9ten Febr. 1799 anſtellte.

Verſuch 9. Ich formte mit Hülfe eines heiſsen Eiſens aus einer *Eismaſſe* ein cylindriſches Stück, 3 Zoll im Durchmeſſer und $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Es war völlig rein und klar und wog 17 Unzen. An dem einen Ende deſſelben machte ich ein kleines rundes Loch, 1 Zoll tief, und ſo weit, daſs ſich eine Thermometerkugel darein einſchlieſsen lieſs. Das andere Ende des Eiscylinders wurde in ein mit Schnee und Salz gefülltes Becken, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll tief, geſetzt. Die Temperatur der Luft war 37°. Während der erſten $1\frac{3}{4}$ Stunden wurde die Temperatur der Froſtmiſchung immer unter 10° erhalten, und war im Mittel 7°. Das Thermometer im Eiſe ſtand lange unbeweglich, und fing erſt geraume Zeit nach Anfang des Verſuchs an, allmählig bis auf $37\frac{1}{2}$°, d. i., um $\frac{1}{2}$°, zu ſinken. Späterhin neigte ſich das Stück Eis auf eine Seite; faſt die Hälfte der Oberfläche

tauchte sich unter die kältende Flüssigkeit, und die eingeschlossne Thermometerkugel blieb nur 1 Zoll von ihr entfernt. In dieser Lage war der Stand der Thermometer, die Zeit vom Anfange des Versuchs an gerechnet, folgender:

nach - - - - - - - -		1 St. 50′ ;	2 St. 20′ ;	2 St. 50′
Thermo-meter	in d. kält. Flüss.	14° ;	19° ;	22°
	im Eise - -	28° ;	28° ;	das

Eis mit dem Thermometer sank unter die kältende Flüssigkeit, und nun wog die Eisscheibe nur noch $12\frac{1}{2}$ Unze. Das übrige war geschmolzen.

Dieser Versuch beweist, wie ich glaube, auf eine entscheidende Art, dass Eis ein noch *schlechterer* Wärmeleiter als Wasser ist, worüber man sich übrigens nicht verwundern darf, da Eis in niedrigen Temperaturen auch ein völliger Nichtleiter der Electricität, oder idioelectrisch wird.

Dass, wenn eine kalte und eine warme Flüssigkeit mit einander in Berührung gesetzt werden, die mittlere Temperatur durch hin und her bewegen so schnell, in völliger Ruhe aber so gar langsam wieder hergestellt wird, ist zwar gewiss sehr merkwürdig, lässt sich aber doch mit den bekannten Gesetzen der Wärme vereinigen. Im erstern Falle werden die warmen und kalten Theilchen einzeln mit einander in Berührung gebracht; im letztern Falle dagegen befinden sich die Theilchen über einander in Schichten, deren Temperatur nur durch un-

merkliche Stufen allmählig zunimmt, und bei diesen unmerklichen Unterschieden kann ihr Leitungsvermögen nur sehr geringe seyn. Diese Betrachtung veranlasste die beiden folgenden Versuche.

Versuch 10. Ein Queckſilberthermometer, dessen Kugel $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser hielt, und das frei unterhalb der Scale hing, wurde in einer Lichtflamme bis auf 600° erhitzt, dann auf einen Tisch gelegt, so dass die Kugel über den Rand des Tisches hinausragte, und nun der Stand desselben alle Minuten beobachtet. Die Temperatur der Luft im Zimmer war 52°. Folgendes ist das Mittel aus zwei Versuchen, die auf das beste mit einander übereinstimmten:

Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
0	600°	11′	95°	22′	59°
$1\frac{1}{2}$′	450	12	88	23	58
2	350	13	81	24	57
3	280	14	77	25	56
4	229	15	73	26	55
5	195	16	69 +	27	54
6	168	17	68	28	53 +
7	145	$18\frac{1}{2}$	66	29	53
8	128	19	64	30	53
9	115	20	62	31	53
10	104	21	60	32	52 +
				33	52
Luft im Zimmer					52

Versuch 11. Ein anderes Thermometer mit einer gleichen Kugel, dessen Grade aber weit länger waren, wurde auf eine ähnliche Art bis auf 85° erhitzt und nun beobachtet.

Zeit

Zeit	Temper.	Zeit	Temper.	Zeit	Temper.
0	85°	11	58¼°	22′	55,5°
1½	79½	12	58	23	55,4
2	75	13	57¼	24	55,3
3	71 +	14	57	25	55,25
4	68½	15	56,6	26	55,2 —
5	66⅓	16	56,3	27	55,1 +
6	64½	17	56¼	28	55,1 —
7	63	18	56	29	55 +
8	61½	19	55,9	30	55
9	60	20	55,7 +		
10	59	21	55,6 +		

Bei diesen Versuchen können wir das Quecksilber und die Luft als einander mittelbar berührende Flüssigkeiten von verschiedenen Temperaturen ansehn, und der letztere zeigt, dass das Thermometer der Luft 40 mahl mehr Wärme in ½ Minute mittheilt, wenn es die Temperatur der Luft um 30° übertrifft, als wenn es sie nur um 1° übertrifft.

Wenden wir uns nun zu des Grafen Rumford eignen Versuchen, so fällt es bald in die Augen, dass aus seiner Hypothese die von ihm wahrgenommnen Phänomene sich durchaus nicht erklären lassen. Denn wenn heisses Wasser auf Eis gegossen wird, so müsste, ihr gemäss, sobald so viel Eis geschmolzen ist, dass die Eisscheibe mit einer Wasserschicht von 32° F. bedeckt wäre, alles fernere Schmelzen des Eises aufhören, weil das über 55° warme Wasser specifisch leichter als 32° war-

mes Wasser ist, und daher nicht mehr zu dem Eise hinabsinken könnte. Aber gerade das Gegentheil findet statt, und dieses läſst sich aus den bisherigen Grundsätzen erklären.

Versuch 10 und 11 scheinen nämlich anzuzeigen, daſs die Wärmemenge, welche ein wärmerer Körper während einer kleinen gegebnen Zeit dem abkühlenden Mittel hergiebt, dem Ueberschusse der Temperatur desselben über die des abkühlenden Mittels nahe proportional ist. Hiernach müſste, wenn heiſses Wasser, vermöge des Leitungsvermögens von darunter befindlichem Wasser von 32° Wärme, auf Eis wirkt, diese Wirkung der Temperatur des warmen Wassers über 32° nahe proportional seyn. Indeſs wirken dabei andre Ursachen mit, deren Einfluſs sich nicht theoretisch, sondern nur aus der Beobachtung selbst bestimmen läſst. Auf jeden Fall müſste die Wirkung *am gröſsten* seyn, wenn das Wasser ungefähr $42\frac{1}{2}°$ warm ist. Denn dann hat Wasser die gröſste Dichtigkeit, und ist specifisch schwerer als das vom Eise geschmolzne Wasser von 32° Wärme, daher denn den Theilchen nie ein Bestreben *herabwärts* fehlen kann, um an die Stelle des aufsteigenden leichtern Wassers von 32° zu treten. Uebersteigt die Temperatur des Wassers $42\frac{1}{2}°$, so ist die Wirkung der innern Bewegung der Theilchen geringer, und nimmt nach einem nicht bekannten Verhältnisse ab. So viel sich aus Graf Rumford's Versuchen schlieſsen läſst, so ist die vereinte Wirkung aus beiden Ursachen, (der innern

Bewegung und der Wärmeleitung,) bei Wasser von 42° und 190° Wärme nahe dieselbe. Nehmen wir dieses als richtig an, so läſst sich folgende Tabelle für die Wirkungen dieser beiden Ursachen von 10 zu 10 Grad aufstellen. Die Zahlen, welche die Wirkung des *eignen Leitungsvermögens* des Wassers ausdrücken, sind aus Versuch 10 abgeleitet, und daher nicht bloſs Hypothese. Die, welche die zweite Wirkung darstellen, sind, bis auf die Zahlen für 42° und 190°, nur hypothetisch, weil jenes Gesetz der Abnahme noch unbekannt ist. Es wird angenommen, daſs über eine Eisscheibe, die auf dem Boden eines cylindrischen Glases befestigt ist, eine gegebne Menge Wasser von der Temperatur, wie sie in der Tafel steht, behutsam gegossen werde, und so, ohne gerührt zu werden, eine bestimmte Zeit, z. B. ½ Stunde lang, stehn bleibe. Die Tabelle giebt dann die verhältniſsmäſsige Menge des durch die erste und des durch die zweite Ursach geschmolznen Eises, und die Summe von beidem.

Temperatur des Wassers.	Menge des geschmolznen Eises durch d. Leitungsvermög. des Wassers.	durch d. inn. Bew. der Wassertheilchen.	Summe.
32°	0	0	0
42	2	36	38
52	3	35	38
62	6	31	37
72	9	25	34
82	11	19	30
92	12	16	28
102	14	14	28

Temperatur des Wassers.	Menge des geschmolznen Eises. durch d. Leitungsvermög. des Wassers.	durch d. inn. Bew. der Wassertheilchen.	Summe.
112°	17	12	29
122	19	10	29
132	21	8	29
142	23	7	30
152	25	6	31
162	27	5	32
172	30	4	34
182	33	3	36
192	35	3	38
202	38	3	41
212	40	3	43

Diese Tabelle selbst läſst sich zwar nicht für genau ausgeben; gegen die Grundſätze aber, nach denen sie berechnet ist, läſst sich, so viel ich einsehe, nichts einwenden. Daſs die Wirkung wegen des Leitungsvermögens des Waſſers bei 32° o ſey, und in höhern Temperaturen ziemlich nach dem Verhältniſſe der Temperatur wachſe, läſst ſich, glaube ich, nicht beſtreiten. Eben ſo wenig, daſs die Wirkung durch die innere Bewegung der Theilchen bei 32° von o anfangen, bis 42½° ſteigen, und dann wieder abnehmen müſſe. *)

Die folgende Tabelle enthält eine kurze Ueberſicht der am meiſten weſentlichen Abänderungen der Rumfordſchen Verſuche und deren Reſultate.

*) Daſs es mit dieſer innern Bewegung der Theilchen ganz eine andre Bewandtniſs habe, als Graf Rumford lehrt und auf ſeine Autorität der Ver-

Versuch	Temper. des Wassers, das über d. Eise stand, zu Anfang.	zu Ende.	im Mittel.	Das Wasser im Glase war umgeben von	Menge des in 30' geschmolz. Eises in Gränen
32	41°	40°	41,5°	Luft von 41° T.	617
35	189	180	184,5	erw. baumw. Hülle	747
38	41	43	42	Luft von 61° T.	676
39	180	157	171,5	Luft von 61° T.	559
45	188	64	128	Eis u. Wasser v. 32°	406
51	61	49	55	Eis u. Wasser v. 32°	660
53	61	60	60,5	Luft von 61°	642

Warum in Versuchen der Art, wie Versuch 45, weniger Eis als in Versuch 39 schmolz, sucht Graf Rumford sich daraus zu erklären, dass die umgebende Frostmischung herabgehende Strömungen bewirkt, und die vom Eise aufsteigenden dadurch gehindert habe. Allein in Versuch 51, verglichen mit Versuch 53, war der Erfolg gerade der entgegengesetzte; diesen übergeht er mit Stillschweigen. Ohne Zweifel findet sich in beiden Fällen der wahre Erklärungsgrund in der Columne der *mittlern Temperatur* des Wassers, und nicht in der Umgebung, die mir keinen Einfluss auf den Versuch zu haben scheint, als bloss in so fern sie die Temperatur des Wassers vermindert. Den *grössten* Effect scheint kaltes Wasser bei einer Temperatur von 48° bis 50°,

fasser dieses und so auch der des vorigen Aufsatzes annehmen, hat Thomson auf eine sehr genügende Art in dem zweiten Aufsatze des gegenwärtigen Stücks, den Dalton und Murray noch nicht kennen konnten, dargethan. *d. H.*

und wärmeres Waſſer den *geringſten* Effect bei einer Wärme von 100° bis 120° zu haben; und je nachdem in einem Verſuche die mittlere Temperatur von dieſen Gränzpunkten abſteht, iſt der Effect verſchieden, mögen im übrigen die Umſtände ſeyn, wie ſie wollen.

Und ſo hätten wir denn für dieſe ſehr artigen und intereſſanten Verſuche eine andre Erklärung, als der ſinnreiche Urheber derſelben für ſie gegeben hat. Es kömmt nun auf den Leſer an, für welche von beiden er ſich erklären will.

V.

BEMERKUNGEN

über das von Huyghens zuerst vorgeschlagene doppelte Barometer,

von

Ge. Gottfr. Schmidt,
Prof. der Physik und Math. in Giessen.

Die Einrichtung des Werkzeuges darf ich hier als bekannt voraussetzen. Meine Absicht geht bloss dahin, durch die folgenden Bemerkungen zu zeigen, dass das Huyghensche doppelte Barometer, wenn es nach richtigen Grundsätzen und in der gehörigen Vollkommenheit verfertigt worden ist, unter den nicht-transportabeln Barometern, sowohl wegen seiner Empfindlichkeit als Genauigkeit, vor allen übrigen den Vorzug verdiene.

Die Einwürfe, welche man gegen dieses Barometer gemacht hat, bestehen kürzlich in folgenden:

1. Man bezweifelte die Empfindlichkeit desselben, wegen der Reibung, die das Quecksilber, und noch mehr der darüber gegossene Liquor, in den engen Röhren erleide.

2. Man glaubte, wegen der Adhäsion der Flüssigkeit an die Glaswand stehe das doppelte Barometer bei schnellem Fallen, (das ist, Steigen des gewöhnlichen Barometers,) tiefer, als es solle.

3. Vermöge der Verdünstung des Liquors werde mit der Zeit die Angabe des doppelten Barometers unrichtig.

4. Endlich sey die Einwirkung der Wärme auf das Werkzeug so verwickelt, daſs sie sich nicht wohl in Anschlag bringen lasse, und dies mache den Gebrauch des doppelten Barometers unsicher.

Der letzte Einwurf schien mir immer der erheblichste zu seyn, und hielt mich, ich bekenne es, lange ab, meine Aufmerksamkeit dem doppelten Barometer zu widmen. Erst kürzlich überzeugte ich mich durch die Theorie und Erfahrung, daſs dieser Einwurf völlig grundlos sey, indem man dem doppelten Barometer leicht eine solche Einrichtung geben kann, daſs aller Einfluſs der Wärme auf dasselbe sich völlig aufhebt und wegfällt; ein Vorzug, den, so viel ich weiſs, bisher kein anderes Barometer hat. Das Nachstehende wird diese Behauptung rechtfertigen.

Theorie des doppelten Barometers.

Es bezeichne, (siehe Fig. 6, Taf. II,)

$m^2 : 1$ das Verhältniſs der Querschnitte der Cylinder *A* und *B* zur Röhre *DE*,

$n^2 : 1$ das Verhältniſs der Querschnitte der Cylinder zur Röhre *b*,

$p : q$ das Verhältniſs der specifischen Gewichte von Quecksilber und Spiritus bei der Eiskälte,

$p' : q'$ dasselbe Verhältniſs bei t° Temperatur, und e die Ausdehnung des Quecks., E d. Spiritus für t°.

Ferner sey die Queckſilberſäule $CA - CB = b$;

die Länge der Röhre von C bis an den Cylinder $A = L$, bis an den Cylinder $B = l$;

die Höhe des Queckſilbers im obern Cylinder $= A$, im untern Cylinder $= B$;

ſo iſt die geſammte Queckſilberſäule von C bis A, als Cylinder betrachtet, $= A + \frac{L}{n^2}$;

eben ſo die Queckſilberſäule von C bis B, als Cylinder geleſen, $= B + \frac{l}{n^2}$.

Die Höhe der Spiritusſäule DB heiſse $= D$; $DE = y$; beide zuſammen als Cylinder geleſen $= D + \frac{y}{m^2}$;

β ſey der Barometerſtand bei der Eiskälte;

$d\beta$ die Veränderung deſſelben;

dy die zugehörige Veränderung im Stande der Spiritusſäule;

db die Veränderung in der Queckſilberſäule AB.

A. Man ſucht *erſtens*, bei *ungeänderter Wärme*, die zu $d\beta$ gehörige Aenderung dy. Nun iſt $d\beta = db + dy \cdot \frac{q}{p}$, und $m^2 \cdot \frac{1}{2}\, db = dy$, oder $db = \frac{2\, dy}{m^2}$; folglich $d\beta = \frac{2}{m^2}\, dy + \frac{q}{p}\, dy$ und

$$\frac{d\beta}{\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}} = dy \quad \text{(I.)}$$

$$\left(\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}\right) dy = d\beta \quad \text{(II.)}$$

Nach der Gleichung I. läſst ſich leicht die *Scale des doppelten Barometers* aus der Scale des einfachen verzeichnen, wenn die Verhältniſſe $1 : m^2$ und $p : q$

bekannt sind. Ferner folgt aus der Gleichung, dass, wenn die beiden Verhältnisse $1 : m^2$ und $p : q$ unveränderlich bleiben, dy sich wie $d\beta$ verhalte, folglich die Scale des doppelten Barometers gleiche Theile bekomme. Die Werthe von dy werden für einerlei $d\beta$ desto grösser, je kleiner $\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}$ ist; setzt man $\frac{2}{m^2} = 0$ oder $m^2 = \infty$, so wird $dy = \frac{p}{q}\, d\beta$, ein Grösstes für einerlei $\frac{p}{q}$, und wächst mit diesem Verhältnisse gleichförmig.

Dies ist *ein* Grund, warum man den Querschnitt der Cylinder gegen den Querschnitt der Spiritusröhre sehr gross wählen soll; ein anderer wird sich weiter unten ergeben. Setzt man das Verhältniss $p : q$, (wie es wegen der ungleichförmigen Ausdehnung vom Quecksilber und Spiritus wirklich ist,) *veränderlich*, und dabei $m^2 : 1$, nach der obigen Bedingung, sehr gross, so ändert sich dy mit $p : q$ gleichförmig, woraus eine mit der Temperatur veränderliche Scale des doppelten Barometers folgte. Um zu zeigen, welcher Fehler aus der Vernachlässigung dieses Umstandes entstehen könne, diene Folgendes:

Nach meinen Versuchen verhielt sich das specifische Gewicht des Quecksilbers zum specifischen Gewichte eines mit Orseille gefärbten Weingeistes bei $+ 15^\circ$ R $= 15 : 1$. Die Ausdehnung des Quecksilbers für 10° Aenderung in der Temperatur betrug sehr nahe $= 0{,}002$, die Ausdehnung des Spiritus $= 0{,}008$. Bei beiden ist die Ausdehnung des Gla-

ſes nicht in Anſchlag gebracht worden, weil ſie auf die folgende Betrachtung keinen Einfluſs hat.

Für + 10° Temperaturänderung hat man daher die Veränderung des Verhältniſſes von $\frac{p}{q}$ $= \frac{1002}{1008} \frac{p}{q} = \frac{p'}{q'} = 0{,}994 \frac{p}{q}$. Regulirt man daher ein doppeltes Barometer bei 15° R und berechnet ſeine Scale für die Temperatur, ſo beträgt der gröſste Fehler, der aus dem veränderlichen Verhältniſſe $p : q$ entſpringt, für Beobachtungen, welche man zwiſchen + 5° und + 25° R anſtellt, 0,006 von der Barometerveränderung. Setzt man die gröſste Veränderung des ſtill hängenden Barometers in unſern Gegenden = 1,5 Zoll, ſo erhält man 0,009 Zoll; ein für die gewöhnlichen Beobachtungen unbedeutender Fehler.

Es lieſse ſich derſelbe ganz vermeiden, wenn man ſtatt des Weingeiſtes eine ſolche Flüſſigkeit wählte, welche in den Temperaturen von 0° — 20° R ganz oder wenigſtens ſehr nahe dieſelbe Ausdehnung als das Queckſilber hätte. Miſchungen von Waſſer und Weingeiſt möchten hierzu ſchicklich ſeyn, weil in den niedrigern Temperaturen jenes eine kleinere, dieſer eine gröſsere Ausdehnung als das Queckſilber hat.

B. Man ſucht *zweitens*, bei *ungeändertem Barometerſtande*, die zu einer Temperaturänderung von t° gehörige Aenderung im Stande der Spiritusſäule $= dy$.

Man denke sich vorerst über der Quecksilberfläche bei B den Spiritus hinweg, und suche die Aenderung, welche durch die Wärme in der Quecksilbersäule $AB = b$ hervorgebracht wird; sie ist $= eb = \frac{p - p'}{p'} b$, weil durch die Ausdehnung das Quecksilber in dem Verhältnisse von $p : p'$ leichter wird.

Die Aenderungen, welche hierdurch in dem Stande der Quecksilberspiegel bei B und A entstehen, findet man folgendermaſsen: die Ausdehnung der Quecksilbersäule CA, als Cylinder betrachtet, ist $= e\left(A + \frac{L}{n^2}\right)$; die Ausdehnung der Quecksilbersäule CB, ebenfalls als Cylinder betrachtet, $= e\left(B + \frac{l}{n^2}\right)$. Schreibt man dafür eh und ek, so ist die Ausdehnung der Quecksilbersäule $AB = eh - ek = e\,(h - k)$. Da diese Gröſse, nach der Einrichtung des Werkzeuges, stets kleiner ist als eb, so bleibt noch eine Aenderung $eb - e\,(h - k)$ übrig, welche durch die Verschiebung der ganzen Quecksilbersäule ACB hervorgebracht werden muſs. Vermöge derselben sinken und steigen die Quecksilberspiegel bei B und A gleichviel, nämlich um $e\left(\frac{b - h + k}{2}\right)$. Folglich beträgt die gesammte Aenderung des Quecksilberspiegels

in $B = e\left(\frac{b - h + k}{2}\right) - ek = e\left(\frac{b - h - k}{2}\right)$

in $A = e\left(\frac{b - h + k}{2}\right) + eh = e\left(\frac{b + h + k}{2}\right)$

Die erstere Aenderung heiſse $= dx$. Die Ausdehnung des Spiritus beträgt $E\left(D + \frac{y}{m^2}\right)$ und man

ſetze ſie $= dz$. Wäre $dz = dx$, ſo würde $dy = 0$ ſeyn, und der Spiritus in der Röhre würde ſeinen Stand, vermöge des Einfluſſes der Wärme, gar nicht verändern. Der Fall iſt aber nicht leicht denkbar, vielmehr beträgt nach der gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers das Sinken des Queckſilberſpiegels in B mehr, als die Ausdehnung des Spiritus, oder $dz < dx$, und $dx - dz$ druckt das Sinken der Spiritusfläche im Cylinder, folglich $(dx - dz)\, m^2$ das Sinken in der Röhre $= du$, $(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}$ die davon herrührende Aenderung im Drucke $= d\beta'$ aus. Sie veranlaſst durch den Gegendruck des Queckſilbers wieder ein Steigen im Spiritus, welches $= dv$ heiſsen ſoll, und man hat nach I

$$dv = \frac{d\beta'}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}} = \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

folglich endlich *die wirkliche Aenderung im Stande des Spiritus*, oder

$$\text{III. } dy = du - dv = (dx - dz)\, m^2 - \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{p'}{q'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

Wäre dy oder $du - dv = 0$, ſo würden ſich die Aenderungen wegen der Ausdehnungen durch die Wärme einander völlig corrigiren. Dies findet Statt, wenn $\frac{2}{m^2} = \frac{1}{\infty}$ oder $m^2 = \infty$ iſt.

Hieraus ergiebt ſich alſo der *zweite* Grund, warum man den Querſchnitt des untern Cylinders ge-

gen den Querschnitt der Röhre, worin sich der Spiritus bewegt, sehr gross wählen soll.

C. *Wollte man den obern Cylinder weglassen*, so erhielte man, (die vorigen Bezeichnungen beibehalten, und die Veränderung der Quecksilbersäule bei B Fig. 2 $= dB$, bei $A = \frac{n^2}{m^2} dB$ gesetzt,) folgende Gleichungen:

$$d\beta = db + \frac{q}{p} dy$$

$$db = dB + \frac{n^2}{m^2} dB = \frac{m^2 + n^2}{m^2} dB$$

$$dy = m^2 . \frac{n^2}{m^2} dB = n^2 dB$$

$$dB = \frac{dy}{n^2}$$

$$db = \frac{dy}{n^2} . \frac{m^2 + n^2}{m^2}$$

$$d\beta = \frac{m^2 + n^2}{m^2 . n^2} dy + \frac{q}{p} dy$$

$$dy = \frac{d\beta}{\frac{m^2 + n^2}{m^2 . n^2} + \frac{q}{p}}$$

Für das *Maximum*, $= \frac{d\beta}{\frac{q}{p}}$, erhält man n^2 sowohl als m^2 jedes für sich $= \infty$. Folglich setze man $m^2 = n^2 = \infty$, welches wieder auf zwei Cylinder von gleicher Weite führt, deren Querschnitt gegen den Querschnitt der Spiritusröhre sehr gross seyn muss.

Hieraus erhellet, wie man dem Einwurfe 4, (S. 200,) begegnen, und zugleich dem doppelten Barometer einen wesentlichen Vorzug vor den übrigen Barometern geben könne.

Auf 1 erwiedere ich kurz: die Erfahrung beweist gerade das Gegentheil. Denn wenn das doppelte Barometer, sowohl im Sinken als im Steigen, einem vollkommnen Heberbarometer regelmäfsig voreilt, und nur alsdann mit ihm übereinstimmt, wenn der Barometerstand eine Zeit lang unveränderlich bleibt, so kann man jenes Barometer doch wohl nicht unempfindlich schelten!

Auch der zweite Einwurf ist sehr unbedeutend, wenn man nur keine zähe klebrige und bloſs mechanisch gefärbte Flüssigkeit auf das Quecksilber gieſst. Eine Auflösung von Orfeille in gutem Weingeiste ist der Absicht so vollkommen entsprechend, daſs bei den schnellesten Veränderungen des Barometers die Röhre über der Oberfläche des Spiritus nicht gefärbt, sondern nur mit einem unmerklich feinen Thau bekleidet erscheint, der die Oberfläche der Flüssigkeit um kein 0,1 Linie, d. i., in der Scale des gewöhnlichen Barometers ausgedruckt, noch kein 0,01‴ erheben würde.

Der dritte, von dem Verdünsten des Liquors, gegen das doppelte Barometer her genommne Einwurf ist zwar allerdings in der Natur der Sache gegründet, allein keineswegs so erheblich, als er anfangs scheint. Denn das Verdünsten ist in einer so engen Röhre, als man für den Liquor über dem Quecksilber bei dem doppelten Barometer zu wählen pflegt, die höchstens ½ Linie im Durchmesser hat, bei einer temperirten Wärme so unbedeutend, daſs die Höhe der Säule binnen Jahr und Tag kaum

um einige Linien abnehmen wird. Wir wollen indeſs annehmen, ſie vermindere ſich um einen ganzen Zoll, ſo entſteht doch daraus ein kaum merklicher Fehler in der Angabe des doppelten Barometers. Träte die Verminderung plötzlich ein, ſo würde eben dadurch der Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers geringer, und durch deſſen Uebergewicht die Oberfläche der Spiritusſäule wieder in die Höhe gehoben. Bloſs der Unterſchied zwiſchen jenem Steigen und dieſem Sinken, auf die Scale des gemeinen Barometers reducirt, iſt der durch das Verdünſten in der Angabe des doppelten Barometers entſtandne Fehler.

Bei dem Werkzeuge, das ich unten näher beſchreiben werde, verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers zum Spiritus wie 15 : 1, und $12\frac{1}{2}$ Zoll Bewegung entſprechen 1 Zoll an der Scale des gemeinen Barometers. Wenn ſich die Höhe der Spiritusſäule durch das Verdünſten um 1 Zoll vermindert, ſo wird der Druck um $\frac{1}{15}''$ Queckſilberſäule geringer, folglich der Spiritus um $\frac{12\frac{1}{2}}{15}$ Zoll wieder gehoben. Die eigentliche Veränderung in dem Stande der Säule beträgt alſo nur $\frac{2\frac{1}{2}}{15}$ Zoll, welches, in der Scale des gemeinen Barometers ausgedruckt, $= \frac{2\frac{1}{2}}{15 \cdot 12\frac{1}{2}}$ Zoll $=$ 0,16 Linien iſt. Hat man daher ein doppeltes Barometer nur einmahl recht genau nach einem guten gewöhnlichen Barometer regulirt, ſo wird es gewiſs ſehr lange dauern, bevor zwiſchen beiden durch das Verdünſten des

Spiri-

Spiritus eine Disharmonie entsteht. Und, was ist es endlich für eine grosse Mühe, wenn man nach Jahr und Tag einmahl wieder etwas Spiritus zugiessen, und die Regulirung aufs neue vornehmen muss? Müssen ja auch die gewöhnlichen Barometer von Zeit zu Zeit gereinigt und wieder ausgekocht werden, wenn sie in der gehörigen Vollkommenheit bleiben sollen!

Eine kleine Unbequemlichkeit der doppelten Barometer darf ich indessen nicht verschweigen. Man darf die Werkzeuge so wenig, als möglich, bewegen, damit nicht durch starke Oscillationen der Spiritus und das Quecksilber in dem untern Cylinder so mit einander vermischt werden, dass wohl gar etwas Feuchtigkeit in den horizontalen Theil der Röhre kömmt, welcher die beiden Schenkel mit einander verbindet, indem sonst zu befürchten ist, dass sich die Feuchtigkeit durch das Quecksilber in den obern leeren Raum begebe, wodurch das Werkzeug, wegen der entstehenden Dämpfe, völlig unbrauchbar werden würde. Eben dabei muss auf das Auskochen der Quecksilbersäule alle Sorgfalt verwendet werden, damit weder Luft noch Feuchtigkeit zurückbleibe, die, wegen der grossen Empfindlichkeit der Werkzeuge, hier einen schädlichern Einfluss, als selbst bei den gewöhnlichen Barometern äussern würden. Am sichersten ist es, das doppelte Barometer, wenn der Spiritus aufgegossen und der Stand desselben regulirt ist, ruhig an Ort und Stelle hängen zu lassen. Doch gilt dies bloss

von der bisher gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers, denn es liefse sich wohl eine solche Abänderung treffen, wodurch das Werkzeug transportabler würde.

Prüfung des doppelten Barometers durch Beobachtungen.

Herr Ciarcy hat mir nach den vorstehenden Grundsätzen ein doppeltes Barometer verfertigt, das ich als ein vorzügliches Werkzeug schätze. Die beiden Cylinder haben $\frac{1}{2}$ pariser Zoll im Durchmesser, und sind, so wie die Röhre, worin sich der Spiritus bewegt, vollkommen calibrirt. Durch vorgängiges Füllen und Abwiegen mit Queckfilber fand sich das Verhältniss der Querschnitte von den Cylindern zur Röhre = 191 : 1. Das specifische Gewicht des mit Orseille gefärbten Weingeistes war bei einer Temperatur von 15° R. = 0,907, und das specifische Gewicht des Queckfilbers = 13,5. Nach diesen Datis berechnete ich vermittelst der Formel I, (S. 201,) die Scale des doppelten Barometers, und fand, dass 2 Zoll Bewegung am gemeinen Barometer hier 24,96 Zoll ausmachten. Hiernach wurde die Scale des doppelten Barometers so eingetheilt und beschrieben, dass die Theile, ohne weitere Reduction, den Zollen, Linien, Zehnteln und Hunderttheilen von Linien an der Scale des gewöhnlichen Barometers entsprechen.

Die Regulirung des doppelten Barometers wurde am 3ten März 1803 bei einem Barometerstande

= 27″ 0,5‴ und + 15° R. nach einem guten Heberbarometer vorgenommen, an welchem man mittelſt eines Verniers Zehntheile von Linien leſen konnte. Die beiden Barometer blieben neben einander hängen. Die folgenden Beobachtungen werden nicht nur die gröſsere Empfindlichkeit, ſondern auch die Uebereinſtimmung des doppelten Barometers mit dem Heberbarometer beweiſen. Die Stände des Heberbarometers ſind ſämmtlich auf + 15° R. reducirt, die des doppelten Barometers aber nach den Beobachtungen hingeſchrieben worden.

März	Heberbarometer.	Doppeltes Barometer.	Thermometer.	Differenz der Barometer.	
4ten 7 U. Mrg.	27″ 4,27‴	27″ 4,70‴	13,8°	+ 0,43‴	Doppeltes Barom. im Steigen.
9 U. —	27 4,86	27 5,30	14,0	+ 0,44	
2 U. Ab.	27 6,46	27 6,56	14,0	+ 0,10	
7 U. —	27 6,73	27 7,62	14,5	+ 0,89	
8 U. —	27 7,23	27 7,80	16,2	+ 0,57	
9 U. —	27 7,67	27 8,10	15,5	+ 0,43	
5ten 6 U. Mrg.	27 8,63	27 9,00	14,5	+ 0,37	
7 U. M.	27 8,83	27 9,10	14,5	+ 0,27	
10 U. —	27 9,40	27 9,70	15,0	+ 0,30	
5 U. Ab.	27 10,32	27 10,44	13°,0	+ 0,12	
6ten 7 U. M.	27 10,44	27 11,00	11°,0	+ 0,56	
9 U. —	27 10,62	27 10,90	13°,0	+ 0,27	D. B. im Fall.
12 U. —	27 10,32	27 10,25	13°,0	— 0,07	
7ten 9 U. —	27 7,83	27 7,60	12°,0	— 0,23	
1 U. Ab.	27 7,88	27 7,64	12°,0	— 0,24	

Die Beobachtungen wurden bald darauf durch eine Reiſe und andere Verhinderungen unterbrochen.

O 2

April	Heber-barometer.	Doppeltes Barometer.	Thermometer.	Differenz der Barometer.
28sten 7U. M.	27″ 4,22‴	27″ 4,18‴	13°	— 0,04
9U. —	27 4,23	27 4,25	14°	+ 0,02
11U. —	27 4,62	27 5,00	13°	+ 0,38
12U. —	27 5,02	27 5,40	13°	+ 0,38
2U. Ab.	27 5,52	27 5,72	13°	+ 0,20
3½U. —	27 5,72	27 6,12	12°	+ 0,40

Um mich durch die Erfahrung zu überzeugen, ob solche Veränderungen in der Temperatur, wie sie in einem Wohnzimmer vorkommen, keinen Einfluſs auf das doppelte Barometer hätten, brachte ich das Werkzeug am 7ten Mai von seinem gewöhnlichen Orte dicht an den geheizten Ofen. Das Folgende zeigt hier den Gang des doppelten Barometers:

Dopp. Barom.	Therm.	
27 . 7 . 64	12°	in der Entfernung vom Ofen.
27 . 7 . 80	18°	dicht beim Ofen.
27 . 7 . 75	18½°	
27 . 7 . 70	19°	
27 . 7 . 66	19½°	

Den letzten Stand behielten beide Werkzeuge unveränderlich. Hieraus folgt, daſs von solchen Veränderungen in der Temperatur das doppelte Barometer nicht afficirt wird, sobald nur alle Theile desselben gleichförmig von der Wärme durchdrungen sind. Wählte man ein gröſseres Verhältniſs zwischen den Cylindern und der Röhre, so würde man desto sicherer seyn, daſs noch gröſsere Aen-

derungen in der Temperatur keinen Einfluss auf das Werkzeug hätten.

Die Empfindlichkeit des doppelten Barometers ist nach meinen Beobachtungen so groſs, daſs jeder einzelne mäſsig heftige Windstoſs eine Oscillation von einigen Hunderttheilen einer Linie in dem Stande desselben veranlaſst. Ich halte dieses Barometer daher vorzüglich geeignet, die Gröſse der atmosphärischen Ebbe und Fluth in unsern Gegenden auszumitteln. Hiervon ein anderes Mahl ein Mehreres.

VI.

Einflufs des Schalls auf den Barometerstand,

beobachtet

von

Sir Henry Englefield,
Bart., F. R. S. *)

Während meines Aufenthalts zu Brüssel in den Jahren 1773 und 1774 kam ich auf die Idee, ob nicht der Schall, sofern er auf elastischen Vibrationen beruht, die in der Atmosphäre durch die Stöfse eines tönenden Körpers bewirkt werden, Einflufs auf den Stand des Barometers haben sollte, und glücklicher Weise fand ich alle Mittel vor, um darüber einen entscheidenden Versuch anzustellen.

Das Tönen einer sehr grofsen Glocke schien mir von allen Arten eines mächtigen Schalls die sicherste und bequemste zu diesen Versuchen zu seyn. Bei Artilleriesalven wird Luft und Dampf entbunden; und sollten sich dabei Veränderungen im Barometerstande zeigen, so würde man sie mit mehrerm Rechte diesem Umstande, als dem Knalle zuschreiben. Die grofse Glocke der Hauptkirche zu St. Gudula in Brüssel wog, wie man mir versicherte, 16000 Pfund; und da sie an allen hohen Fest-

*) Zusammengezogen aus den *Journals of the Royal Institution*, No. 9. d. H.

tagen geläutet wurde, so wählte ich sie zu meinen Versuchen.

Die Glocke hängt in einem Rahmen von Zimmerwerk, das für sich auf einem starken Gewölbe ruht, mit dem die Mauern des Thurms nicht zusammenhängen. Schon deshalb ist es nicht wahrscheinlich, daſs beim Läuten der Glocke das ganze Gebäude in eine Zitterung versetzt, und dadurch das Barometer gestört worden sey. Eher lieſse sich denken, daſs das schnelle Hin- und Herschwingen einer so groſsen Masse die ganze Luft in Bewegung gesetzt, und dadurch im Barometerstande Vibrationen hervorgebracht habe, die nichts mit dem Schalle zu thun hatten. Allein auch dieses Bedenken wurde durch die Art, wie man bei dem Läuten verfuhr, gänzlich gehoben.

Da die Glocke, wenn unten das Zeichen gegeben wurde, sogleich mit vollem Läuten ertönen sollte, war es nöthig, sie schon eine Zeit lang vorher in Bewegung zu setzen. Dabei wurde der Klöppel an der einen Seite der Glocke durch einen starken Stab gepreſst, welcher quer durch die Mündung der Glocke ging und bei dem gegebenen Zeichen von einem Menschen, der zu dem Ende da stand, ausgehoben wurde. Aenderte daher das Barometer während dieser Zeit seinen Stand nicht, sondern erst wenn das Läuten begann, so konnte ich vollkommen sicher seyn, daſs die nun beobachtete Bewegung des Quecksilbers lediglich vom Schalle der Glocke herrühre.

Herr Pigott, der sich damahls in Brüssel aufhielt, hatte die Güte, mir eins seiner Barometer, welches Ramsden gemacht hatte, anzuvertrauen, und sein Sohn stellte die folgenden Beobachtungen mit mir gemeinschaftlich an.

Am 1sten November 1773 begaben wir uns um 2 Uhr Nachmittags in den nordwestlichen Thurm der Hauptkirche zu St. Gudula, und befestigten das Barometer aufs beste in einer Fensteröffnung, die sich nicht volle 7 Fuss über dem Boden der Glocke befand. Herr Pigott bestimmte hier die Barometerhöhe, ehe die Glocke in Bewegung gesetzt wurde, auf 29,478 engl. Zoll. Als die Glocke in voller Schwingung war, doch ohne noch zu tönen, war nicht die mindeste Aenderung in diesem Barometerstande wahrzunehmen. Im Augenblicke aber, als der Klöppel gelöst war und anschlug, sprang das Queckfilber in die Höhe, und wiederhohlte diese Art von springender Bewegung bei jedem Schlage des Klöppels die ganze Zeit des Läutens über. Herr Pigott beobachtete die Höhe des Queckfilbers während des Läutens auf 29,469 engl. Zoll. Meine Beobachtungen waren folgende:

gröfste Höhe	29,480	gröfste Höhe	29,482
niedrigste . .	29,474	niedrigste . .	29,472

Diese Beobachtungen waren mit der gröfsten Aufmerksamkeit gemacht worden, und stimmen, wenn man die Schwierigkeit und die Feinheit solcher Beobachtungen bedenkt, sehr wohl zusammen. Ihnen zu Folge scheint die Wirkung dieses Schalls auf

den Barometerſtand 6 bis 10 Tauſendtheile eines Zolls betragen zu haben. Dabei muſs ich bemerken, daſs Herr Pigott durchgängig den Barometerſtand um 5 Tauſendelzoll niedriger als ich ſchätzte, welches unſre Beobachtungen einander ſehr nahe bringt. Dieſes beweiſen folgende Beſtimmungen: Stand des Barometers

oben auf d. Thurm, nach Pig.	29,424;	nach mir	29,430
am Fuſse d. Thurms	—	29,639	—	29,642
im Hofe d. engl. Geſandt.	—	29,676	—	29,682

Ich glaube, daſs die Verſchiedenheit des Sehens häufig ähnliche Variationen zwiſchen den Beobachtungen verſchiedener Phyſiker veranlaſst. Bei ſehr feinen Beobachtungen möchte es daher wohl rathſam ſeyn, dieſes zu verificiren.

Bemerkung des Dr. Thom. Young, Prof. der Phyſik an der Royal Inſtitution, und Herausgeber der Journals of the Royal Inſtit. Dieſe Beobachtungen ſtimmen unter einander zu gut, als daſs wir in ihre Genauigkeit Zweifel ſetzen dürften. Es kömmt daher darauf an, daſs wir die Urſach dieſer Unterſchiede in den Barometerſtänden nachweiſen. An ſich wäre es zwar nicht unmöglich, daſs der Schlag des Klöppels gegen die Glocke eine ſtärkere Erſchütterung im Gebäude hervorgebracht habe als die vorhergehenden klangloſen Schwingungen der Glocke; dieſe Erklärung würde indeſs ſehr ungenügend ſeyn.

So viel ist gewiss, dass im Thurme während des Tönens der Glocke weder mehr noch weniger Luft seyn konnte, als da die Glocke nicht tönte. Die mittlere Dichtigkeit der Luft konnte daher nicht verändert seyn. Wenn überdies die entgegengesetzten Bewegungen der Lufttheilchen, welche den Schall bilden, nach beiden einander entgegengesetzten Richtungen in gleichem Grade und mit gleicher Geschwindigkeit vor sich gegangen wären, so bliebe gar kein Grund übrig, aus dem sich einsehen liesse, warum die Zunahme des Luftdrucks gegen die Queckfilberfläche in einem Augenblicke die Queckfilbersäule höher hätte antreiben sollen, als in der entgegengesetzten Lage der Undulation die Abnahme des Drucks sie verkleinerte. Nehmen wir dagegen an, dass die Bewegung der Luft vorwärts schneller, aber von kürzerer Dauer, als die Bewegung zurück sey, so wird sich die Erscheinung ganz gut daraus erklären lassen. Denn wenn z. B. der Wind 1 Stunde lang mit der Geschwindigkeit 4 nach einer Richtung bläst, und dann 2 Stunden lang mit der Geschwindigkeit 2 in entgegengesetzter Richtung zurückkehrt, so wird ein beweglicher Körper, den er mit fortgetrieben hat, sich am Ende dieser Zeit nicht wieder an seiner anfänglichen Stelle befinden; die Wirkung des Windes auf ein Hinderniss ist nämlich dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional, und kann deshalb durch eine noch einmahl so lange Dauer nicht compensirt werden.

Es scheint daher, man müsse für die Schwingungen der Glocke bei diesem Versuche ein solches Gesetz annehmen, vermöge dessen die Luft nach dem Barometer hinwärts sich mit grösserer Geschwindigkeit, doch kürzere Zeit über, bewegen muss, als vom Barometer abwärts, wodurch dasselbe bewirkt wird, als wenn die mittlere Dichtigkeit der Luft vermehrt worden wäre. Ein solches Schwingen könnte, ungeachtet die Hauptschwingung der Glocke regelmäfsig wäre, doch leicht durch das Mitwirken einer oder mehrerer zugleich vorhandner subordinirter Schwingungen (nach andern Verhältnissen) bewirkt werden; und ähnliche Fälle mögen manchmahl bei Schwingungen von Seiten vorkommen.

Wir haben es in diesem Falle mit einem geringen Grade von Repulsion zu thun gehabt, der durch die Undulationen eines elastischen Mittels hervorgebracht wird. Dr. Hook versuchte auf ähnliche Art, die Phänomene der Attraction mittelst ähnlicher Undulationen eines Aethers zu erklären, der, wie er glaubte, das Medium für die Fortpflanzung der Wärme sey; man muss indess gestehen, dass diese Meinung kaum einen Anschein von Wahrscheinlichkeit für sich hat.

VII.

Ein Apparat zu Sprachmaschinen,

von

Ez. Walker
in Lynn.*)

Dass der Schall eines leisen Schlags gegen das eine Ende eines langen Balkens sich durch den Balken bis auf weit grössere Entfernungen fortpflanzt, als dieser Schall durch die Luft hörbar ist, wusste schon Plinius. Die folgenden Versuche zeigen, dass etwas Aehnliches selbst mit artikulirten Tönen statt hat, und dass sich darauf akustische Instrumente ohne Röhren gründen lassen.

Ich befestigte in der engern Oeffnung eines Sprachrohrs einen 16 Fuss langen, 1 Zoll breiten und eben so dicken Stab aus Tannenholz, und legte ihn horizontal auf zwei Unterlagen oder Stützen, auf deren einer das Sprachrohr, ungefähr 3 Zoll von der Mündung, und auf deren anderer das entgegengesetzte Ende des Stabes auflag. Hier wurde ein zweites Sprachrohr, dessen vorderer engerer Theil in einem Bande hing, quer über den Stab horizontal gelegt, so dass es unweit der Mündung auf dem Stabe auflag. Nun legte ich eine Uhr in das erste Sprachrohr, und hielt das Ohr an das

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journal*, Vol. 4, p. 69. *d. H.*

andre in die Quere liegende. Obgleich die Uhr 17½ Fuſs entfernt war, ſo hörte ich doch die Schläge hier weit lauter, als hätte ich die Uhr nur wenige Zoll weit vom Ohre gehalten, und zwar ſchienen ſie aus dem letztern Sprachrohre zu kommen. Der Schall nahm an Stärke noch zu, wenn ich zwiſchen dieſes Sprachrohr und den Tannenſtab ein Metall legte. — Wurde die Uhr in das letztere Sprachrohr gelegt, ſo waren die Schläge derſelben auf gleiche Art im erſten Sprachrohre zu hören. Es änderte im Schalle nichts, wenn der Stab noch auf mehrere Unterlagen, und auf ihn Bücher gelegt würden.

Ich ſetzte mich vor das eine, mein Gehülfe vor das andere Sprachrohr; und in dieſer Lage hielten wir mit einander ein Geſpräch durch Töne, die viel zu ſacht waren, als daſs ſie ſich durch die Luft in einiger Entfernung hätten wahrnehmen laſſen. Dieſe Unterhaltung machte uns ſehr viel Vergnügen. Denn wurde das Ohr in eine gewiſſe Lage gebracht, ſo klang es, als würden die Worte von einem unſichtbaren Weſen im Sprachrohre geſprochen, und zwar waren die Töne deutlicher, ſanfter und mehr muſikaliſch, als wenn ſie durch die Luft geſprochen worden wären.

Vielleicht lieſse ſich auf dieſe Art zwiſchen den Zimmern und den Domeſtikenſtuben oder den Läden eine Verbindung einrichten, um ſchnell und unvermerkt Beſtellungen zu machen.

VIII.

RESULTATE

aus Dr. Benzenberg's Fallversuchen auf dem St. Michaelisthurme in Hamburg. *)

Guiglielmini hatte zu Bologna im Thurme Asinelli bei einer Fallhöhe von 241 par. Fuſs, mit groſser Sorgfalt 16 Fallversuche angestellt, die er in seiner kleinen Schrift, *de diurno terrae motu*, 1792 bekannt machte, und die mit seiner Theorie, sowohl in der Abweichung nach Osten, als in der

*) Ueber das Detail und die Theorie dieser für die Lehre vom Widerstande der Luft und der Achsenumdrehung der Erde wichtigen Versuche, liegen bereits 12 Abhandlungen von den Herren DD. Benzenberg, Olbers, Gauſs und Brandes zum Drucke bereit, wie ich aus einem Briefe des erstern ersehe. Sie werden nach Vollendung einer Reise, die Herr Dr. Benzenberg anzutreten im Begriffe ist, zusammen dem Drucke übergeben werden. Vorläufig hat Herr Benzenberg die Resultate seiner Versuche im *Intell.-Blatt der Allgem. Litt. Zeit.*, 1803, S. 957, bekannt gemacht; und von daher ist das Folgende entlehnt. *d. H.* — Die ganze Höhe des St. Michaelisthurms beträgt 402 pariser Fuſs und einige Zoll. In allen Böden des Thurms sind Fallthüren; werden sie geöffnet, so ist die ganze Achse des Thurms frei, bis zur

nach Süden, vollkommen übereinstimmten. *) La Place zeigte indefs, dafs sich in Guiglielmini's Theorie ein Fehler eingeschlichen habe, und dafs Versuche, welche mit einer fehlerhaften Theorie so genau übereinstimmten, nothwendig selbst unrichtig seyn müfsten. Späterhin gestand dieses Guiglielmini selbst ein; er fand den Fehler der Theorie, und dann auch den der Versuche. Der Thurm hatte sich während ihrer etwas gekrümmt, ohne dafs dieses von ihm war bemerkt worden. **)

Ich habe im Jahre 1802 eine Reihe von 31 Versuchen über die *Umdrehung der Erde* im Michaelisthurme bei einer Fallhöhe von 235 par. Fufs angestellt. Die ganze Fallhöhe im Thurme liefs sich da-

Fallhöhe von 340 Fufs. Die Kuppel wird von 8 korinthischen Säulen, von 36 Fufs Höhe, getragen, und mitten unter ihr läuft eine leichte Wendeltreppe um einen hohlen Pfeiler, durch den die Kugeln frei hindurch fallen, zur Kuppel hinauf. —

*) Vergl. *Annalen*, XI, 170. *d. H.*

**) „Von Guiglielmini," (schreibt mir Hr. Dr. Benzenberg in einem seiner Briefe,) „habe ich vor kurzem einen Brief erhalten, worin er mir die erbetnen Nachrichten über seine Versuche, und die Ursach ihres Mifslingens mittheilt. Zugleich legte er 3 Exemplare seiner Schrift für Dr. Olbers, Obrist von Zach und für mich bei." *d. H.*

bei nicht brauchen, weil in der Spitze ein beständiger Luftzug ist, der die Kugeln in ihrem Falle stört. Das Mittel dieser Versuche stimmt in der Abweichung nach *Osten* vollkommen mit der Theorie überein, so wie sie Dr. Gauſs in Braunschweig entwickelt hat.

Die Versuche geben im Mittel 3,99 par. Lin. Abw. n. Osten
Die Rechnung v. Dr. Gauſs 3,95 — —

Also nur eine Verschiedenheit von $\frac{5}{100}$ Linien. Dagegen geben die Versuche die Abweichung nach *Süden* um beinahe $1\frac{1}{2}$ Linien gröſser als die Theorie. Vielleicht, daſs in der so sehr verwickelten Theorie noch irgend ein Umstand übersehn ist, der eine gröſsere Abweichung nach Süden bewirkt; das macht mir das genaue Zusammenstimmen zwischen Theorie und Versuchen bei der Abweichung nach Osten wahrscheinlich.

Bei diesen Versuchen über die Achsenumdrehung der Erde war es nothwendig, das *Gesetz des Widerstandes der Luft* sehr genau zu kennen. Dieses war die Veranlassung zu einer Reihe von 400 Versuchen über den Widerstand der Luft bei verschiedenen Fallhöhen, von 25 bis 340 par. Fuſs, bei denen ich mich der Klindworthschen Tertienuhr der Göttinger Sternwarte bediente. Daſs der Widerstand der Luft *den Quadraten der Geschwindigkeit* proportional sey, wie Newton lehrte, war schon durch die von Newton selbst angestellten Pendelversuche, und durch die Versuche Robins mit geschoſs-

geschossnen Kugeln sehr zweifelhaft geworden, *) obgleich dieses Gesetz mit Hawksbee's und Desagulier's Versuchen in der St. Paulskirche in London, (sie hatten aber nur mäßsige Geschwindigkeiten,) zusammenstimmte. Das Resultat meiner Versuche war, dass Newton's Gesetz schon beträchtlich von der Erfahrung abzuweichen anfängt, sobald die Geschwindigkeit bis auf 100 Fuss in einer Sekunde steigt, und dass bei Fallhöhen von 321 par. Fuss der Widerstand auf $1\frac{1}{2}$zöllige Bleikugeln gerade *noch einmahl so gross* ist, als die Theorie ihn angiebt.

Wichtiger noch wurden diese Versuche dadurch, dass sie zeigten, welche *kleine Zeittheile* sich mit der Tertienuhr bestimmen lassen, wenn man eine

*) Robins stellte seine Versuche nur mit Flintenkugeln an. Nach einem weit vergrösserten Maassstabe wiederhohlte und erweiterte sie in den Jahren 1775 bis 85 mit 1pfündigen Kanonenkugeln, und mit Pendeln von 300 bis 600 Pf. Gewicht, Charles Hutton zu Woolwich, und bestimmte den Widerstand der Luft auf eine solche Kanonenkugel für alle Geschwindigkeiten von 0 bis 2000 engl. Fuss. (*Tracts mathematical and philosophical*, Volum. I, Lond. 1786, p. 99.) Seitdem hat er sie selbst bis auf 6pfündige Kugeln und 1800 Pfund schwere Pendel vergrössert; bei solchen Kugeln, die sich mit 2000 engl. Fuss Geschwindigkeit bewegen, beträgt der Widerstand der Luft das 100fache ihres Gewichts. (*Transact. of the Soc. of Edinb.*, Vol. 2.) *d. H.*

grosse Menge von Versuchen anstellt. Mehr als einmahl wichen die Resultate aus verschiednen Versuchsreihen nicht um den 600sten Theil einer Sekunde von einander ab. So z. B. gaben zwei Reihen, jede von 60 Beobachtungen, im Mittel, beim Stadio von 10 Fuss, die eine 48,89, die andre 48,83 Tertien Fallzeit. Bei 24,8 par. Fuss Fallhöhe gaben die Versuche 77,08‴, die Rechnung 77,01‴ Fallzeit, und bei 144 par. Fuss die Versuche 186,95‴, die Rechnung 186,86‴ Fallzeit.

IX.

Galvanisch-electrische Neuigkeiten.

1. *Einige Proben der Arbeiten der Galvanischen Societät in Paris.**) Gautherot, (*Ann.*, IX, 264,) hat eine Reihe von Versuchen angestellt, welche beweisen sollen, daſs die Entwickelung von Electricität den Oberflächen proportional sey. — Prof. Aldini hat neue Entdeckungen über die Existenz Galvanischer Atmosphären und über die Contractibilität des Herzens bekannt gemacht. — Dem Präsidenten der Societät Nauches und seinen Mitarbeitern, Bonnet und Pajô-Laforêt, ist es geglückt, mittelst zweier *homogener* Metall-Leiter die electrische Materie aus dem Gehirne und dem Rückenmarke eines Ochsen, unmittelbar nach der Tödtung desselben, auszuziehn, und sie in die Schenkel eines Frosches zu leiten, wo sie Muskelcontractionen bewirkte.**) Diese Operation glückte eben so bei den palpitirenden Muskeln, und lieſs sich nicht über ¼ St. nach dem Tode erhalten. — Der Senator Lamartilliere hat die Entbindung von Schleim an dem einen Pole der Säule erklärt, und gezeigt, daſs sie von einer chemischen Zersetzung

*) Aus dem *Moniteur* vom 2ten Floreal, (22sten April.) *d. H.*

**) Eine Notiz, die ihrer Dunkelheit wegen kaum besser als gar keine ist. *d. H.*

abhängt. — Paroiſſe notificirte, daſs das Zwerchfell unter allen Muskeln ſeine Excitabilität für Galvanismus am längſten beibehalte. — Ferner wurde die Beſchreibung einer von Alizeau erfundnen Säule mitgetheilt, in welcher angefeuchtetes Salz die Stelle feuchter Tuchſcheiben vertritt; ſie ſoll einen Monat lang wirkſam bleiben, ohne Reinigung zu bedürfen. — Die Committee für mediciniſche Anwendungen, (Guillotin, Dudaujon, Petit-Radel u. a.,) hat Verſuche über *Aſphyxien* durch Strangulirung angeſtellt. — Die Galvaniſchen Curen, die bei der ungünſtigen Witterung waren ausgeſetzt worden, ſollen in der *Ecole de Medecine* und im Laboratorio der Societät wieder angefangen werden.

a. *Verſuche, welche beweiſen ſollen, daſs die Geſetze des Galvanismus von denen der Electricität verſchieden ſind, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Soc. in Paris.* *) Ein am Zinkende einer Säule aus 70 Plattenpaaren befeſtigter langer Draht wurde um den *unbefeuchteten* Arm, dann zweimahl um den Leib über die Kleider weg, darauf um den Schenkel und noch einmahl um den Fuſs gewunden, und endigte ſich in einem Becken mit warmen Waſſer, worein der Fuſs geſetzt wurde. Wurde nun der Kupferpol mit der andern genäſsten Hand berührt, ſo erhielt dieſe einen lebhaften Schlag; der lange Draht bewirkte aber nicht die mindeſte Empfindung

*) *Journal de Phyſique*, t. 56, *Ventoſe*. d. H.

in den Theilen des Körpers, die er berührte. Nahm darauf Lagrave einen 2 Fuſs langen Draht in die angefeuchtete Hand, und berührte mit ihm den Kupferpol, ſo erhielt er auch am Fuſse, der im Waſſer ſtand, einen Schlag; am Arm, Körper und Schenkel fühlte er aber gar nichts. Wenn er dagegen den um dieſe Theile gewundnen Draht ſtellenweiſe mit Waſſertröpfchen befeuchtete, und nun den Kupferpol mit einem Drahte berührte, fühlte er Schläge an allen den mit Tropfen befeuchteten Stellen, aber keinen im Fuſse. — Er meint, das Waſſer reiche dem Galvaniſchen Fluidum eine ſeiner Entbindung günſtige Verwandtſchaft dar; darin liege die Erklärung dieſer Verſuche, und zugleich der Beweis der Verſchiedenheit des Galvanismus und der Electricität. Wem könnte es verdacht werden, nach ſolcher Probe, zu zweifeln, ob manche Mitglieder der Galvaniſchen Societät in Paris, Volta's Theorie der Galvaniſchen Electricität mehr als dem Namen nach kennen? Die geringe Intenſität der Galvaniſchen Electricität, die Nichtleitung der trocknen Haut, und die Schwächung der Schläge durch den Widerſtand, den ſchlechte Leiter der Entladung entgegenſtellen, (*Ann.*, XII, 519,) erklären dieſe Verſuche aus Volta's Theorie ſo leicht und genügend wie möglich. Auch das ſtimmt mit dieſer Erklärung auf das beſte überein, daſs, wenn man beide Pole mit langen Drähten verbindet, und ſie abwechſelnd den einen mit feuchter, den andern zugleich mit trockner Hand anfaſst, man

nur immer in der feuchten und nicht in der trocknen Hand einen Schlag fühlt.

3. *Galvanische Versuche, welche die Existenz zweier Flüssigkeiten in der thierischen Oekonomie, einer positiven und einer negativen, beweisen sollen, die, wie es scheint, durch ihre Vereinigung die Vitalität bewirken, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Societät in Paris.* Unter dieser pomphaften Ueberschrift findet sich ebenfalls im *Journ. de Phys.*, t. 56, *Vent.* die Nachricht einer, (wenn sie sich bestätigt,) ganz interessanten Entdeckung, nämlich von *einer Voltaischen Säule aus bloss thierischen Erregern*, welche man bis jetzt umsonst durch Kunst zu bilden gesucht hatte. „Begierig," sagt er, „den Grund der Phänomene aufzufinden, die sich zeigen, wenn man Theile der beiden Schenkel eines präparirten Frosches mit den Wirbelnerven in Berührung bringt, — — versuchte ich eine Säule aus abwechselnden Schichten nervöser und muskulöser Theile, mit Zwischenlegung feuchter Scheiben aufzubauen. Zu dem Ende präparirte ich an einem Kadaver so viele Brust- und Intercostalmuskeln als möglich, und schnitt aus ihnen Scheiben, schnitt darauf eben so viel dünne Scheiben aus der Gehirnmasse, da sich der Versuch mit den Nervensträngen selbst nicht anstellen liess, und versuchte aus beiden und aus Tuchscheiben, die mit Salzwasser genässt waren, eine Säule zu errichten. Dazu war aber die Gehirnmasse zu weich, und keiner meiner Versuche glückte. Ich vertauschte nun die

Tuchscheiben mit Lederscheiben, und diese späterhin mit Filzscheiben, welche ich allen vorziehe, weil der Filz porös ist, die Feuchtigkeit besser zurückhält und einen Grad von Elasticität hat, die dem Leder mangelt. — — Doch glückte es mir auch nun nicht eher, eine Säule dieser Art zu Stande zu bringen, als bis ich auf die Idee kam, für jede Schicht Filz, Fleisch und Gehirn ein Lager durch Fäden, welche an die isolirenden Glasstäbe geknüpft wurden, zu bereiten. Mit Hülfe dieser Unterlagen liess sich die Säule aufbauen, ohne dass die Gehirnmasse durch die Last der obern Schichtungen zerdrückt und herausgepresst wurde. Bei der 30sten Schichtung gab meine Säule indess noch keine Wirkung, und ich vermochte nicht die geringste Spur von Galvanischem Effect wahrzunehmen, bis ich bis zur 50sten Schichtung gekommen war. Nun aber afficirte die Säule bei wiederhohlten Versuchen den Geschmack. Ich erhöhte sie noch um 10 Schichtungen, und nun war ihre Wirksamkeit unverkennbar und entscheidend. — Dieses sind meine merkwürdigen Erfahrungen." — Wie sie zu der Ueberschrift kommen, die Lagrave darüber setzt? Weil eine Säule bloss durch das Zusammenwirken zweier Flüssigkeiten, einer positiven und einer negativen, wirksam seyn könne.

4. *Contractibilität des Faserstoffs des Bluts durch Galvanismus.* *) Diese für die Physiologie

*) *Bulletin des Sc. de la Soc. Philom.*, No. 71. *d. H.*

höchst wichtige Beobachtung, welche zuerst Tourdes, und dann, ohne dieses zu wissen, Circaud in Paris gemacht hat, (*Annal.*, XIII, 236,) versichert einer der Mitarbeiter des Bulletins aus eigner Ansicht eines der Versuche Circaud's, dem er beiwohnte, bestätigen zu können. Nach ein paar misslungnen Versuchen gerieth der Faserstoff aus dem Blute eines Ochsen, der wenige Minuten zuvor getödtet war, in der Säule in offenbare Contractionen. Die Zusammenziehungen der geronnenen Masse waren mit blossem Auge sichtbar, und die Bewegung durchaus der, welche man in den Bündeln der Muskelfasern wahrnimmt, ähnlich. Die Contraction dauerte 60 Sekunden; dann hörte sie ganz auf.

5. *Veränderung der mit Kochsalzwasser angefeuchteten Tuchscheiben in der Säule, und Einwirkung der Säule auf verschiedne thierische Feuchtigkeiten*, beobachtet von *Brugnatelli*.*) Ich habe gefunden, dass die im Kochsalzwasser getränkten Tuchscheiben, die in der Voltaischen Säule zwischen jedem Paare Kupfer- und Zinkplatten liegen, sich nach einiger Zeit ganz in *Seife aus Wolle* verwandeln. Der sich oxydirende Zink zersetzt das Kochsalz, und das dadurch frei werdende Natron greift die Wolle an und verwandelt sie in Seife. — Bei meinen Versuchen mit thierischen Feuch-

*) Aus einem Briefe an Hrn. van Mons in dessen *Journ. de Phys.*, t. 4, p. 114 f. *d. H.*

tigkeiten, die ich bald fortzuſetzen denke, ſetzte ich die Säule mit den Feuchtigkeiten durch zwei kleine Platinbleche in Berührung. *Ochſenblut* entfärbte ſich an dem poſitiven Streifen und coagulirte, am negativen nahm es bloſs eine ſchwarze Farbe an. — *Milch* coagulirte am poſitiven Streifen und wurde dort angenehm ſäuerlich; der negative Streifen bedeckte ſich mit Milchzucker. Als ich dieſen Verſuch mit Golddrähten wiederhohlte, ſah ich einmahl den geronnenen Theil ſchön roſenroth werden. *Sahne* verhielt ſich ungefähr ſo als die Milch. — *Speichel* gerann am poſitiven Pole nur ſehr wenig. — *Ochſengalle* gerann am poſitiven Pole ganz in der Geſtalt des Stoffs, der ſich aus der Galle ſcheidet, wenn man ſie mit Säuren behandelt. In der That war auch dieſes Coagulum harziger Natur. — *Harn* ſetzte auf dem poſitiven Streifen Harnſtoff ab, und auf dem negativen phosphorſaures Ammoniak. — *Eiweiſs* gerann am poſitiven Pole auf dieſelbe Art, wie durch Hitze. — *Eidotter* wurde längs des poſitiven Streifens hart, und überzog ihn nach Art eines Handſchuhs.

6. *Funken und Entzündungen durch Volta's Säule.* „Noch habe ich," (ſagt Brugnatelli eben daſelbſt, p. 122,) „einen Verſuch angeſtellt, der mich immer mehr in der Meinung beſtätigt, daſs das Fluidum der *ganzen* Voltaiſchen Säule ſich *an dem einen oder dem andern Ende der Säule concentriren kann.* Ich hatte eine Säule von 160 Lagen Silber und Zink

mit Pappscheiben, die in Salmiakwasser getränkt waren, aufgebaut. Sie gab sehr starke Funken, wenn beide Pole mit einander leitend verbunden wurden; ich erhielt aber auch dieselben Funken, wenn ich drei ihrer äussersten Elemente *) an dem einen Ende, oder eben so an dem andern der Säule mit einander verband, indess sich, bei Verbindung dreier oder mehrerer Elemente, aus der Mitte der Säule keine Funken erhalten liessen. Diese Bemerkung hat auch schon Curtet gemacht. — Nach meiner vervollständigten *Franklinschen Theorie*, die ich Ihnen ein andermahl mittheilen will, entsteht der negative Zustand in den accumulirenden Körpern, (den so genannten idioelectrischen,) dadurch, dass die Adhärenz des Fluidums an der einen Seite in dem Grade aufgehoben wird, als man es an der andern Seite anhäuft."

Eben das., p. 237, theilt ein M. Bouvier, de Jodoigne, die Bemerkung mit, dass es ihm nicht gelinge, mit einer Zink-Silber-Säule aus 100 Lagen, deren Tuchscheiben mit Salmiakwasser genässt sind, *Zunder* aus verbrannter Leinwand zu entzünden. Er giebt nur Funken, brennt aber nicht. Dagegen fingen *Lichtschnuppen*, die er auf dem Ofen getrocknet hatte, sogleich Feuer, und zündeten ein Schwefelhölzchen an, mit dem sich das Licht anstecken liess. So könne also, meint er, die Säule die Stelle

*) Soll vermuthlich heissen: das äusserste und das dritte. *d. H.*

eines Feuerzeugs vertreten. Auch Lampenschnuppe und Zunder aus verbranntem Baumwollenzeuge fangen Feuer, doch minder sicher als Lichtschnuppe.

7. *Galvanisch-electrische Versuche, angestellt in Schweden,* aus einem Briefe des Assessors des Bergwerkscolleg. zu Fahlun, Joh. Gottlieb Gahn, an den Bergrath Scherer, geschrieben den 10ten Mai 1802.*) — — Herr Assessor Gahn hoffte in Volta's Säule ein Mittel zur Reduction sehr schwer reducirbarer oder problematischer Metalloxyde zu finden. In der That reducirte sich aus molybdänsaurem Ammoniak das *Molybdän* sehr gut am negativen Drahte der Säule. *Kobald* und *Nickel* reducirten sich aus den auf bekannte Art gereinigten Metallauflösungen zu Metallen, die vom Magnete stark angezogen wurden. Ohne Erfolg, (aber, wie er bemerkt, auch nur sehr unvollkommen,) versuchte er es mit Titan- und Uranauflösungen. — Eine Auflösung von 99 Theilen schwefelsauren Eisens und 1 Theile schwefelsauren Kupfers gab am negativen Drathe, der von Platin war, einen reichlichen metallischen, aus Kupfer und Eisen gemischten Niederschlag.

Die vom Herrn Prof. Simon in den *Annal.*, VIII, 36 f., beschriebenen Versuche sind von den Herren Hifinger und Berzelius mit der

*) Im Auszuge aus Scherer's *allgem. Journal der Chemie*, B. 9, S. 576. *d. H.*

gröfsten Sorgfalt und mit sehr sorgfältig destillirtem Waſſer, das man 48 Stunden in einer geschlofsnen Säule aus 34 Lagen Zink und Silber erhielt, wiederhohlt worden. Beide Röhren wurden unter einander durch ungegerbtes Kalbfell und mit der Säule durch Golddrähte verbunden. An der positiven Seite bildete sich ganz bestimmt Salzsäure, die Eiweifsstoff und thierische Gallert aufgelöst enthielt, aber keine Spur von Salpetersäure. An der negativen Seite fand man ganz deutlich Natron, gleichfalls in Verbindung mit Eiweifsstoff und Gallert, aber ohne merkliche Zeichen von Ammoniak.

In Stockholm hat eine Gesellschaft Versuche mit einer Zink-Silber-Säule aus 400 bis 500 Plattenpaaren angestellt. Man versichert, mittelst eines Mikroskops sehr gut wahrgenommen zu haben, dafs der Galvanisch-electrische Funke einen wirklichen Sprung machte, wenn die beiden Drähte nur noch wenig von einander entfernt waren. — Eine electrische Batterie von 24 Quadratfufs Belegung, durch Volta's Säule geladen, wurde durch die entgegengesetzte Electricität einer gewöhnlichen Electrisirmaschine entladen, und zeigte völlig gleiche Erscheinungen, wenn sie durch die Säule und durch die Electrisirmaschine bis zu gleichem Grade geladen würde.

Herr Bergassessor Gahn führte die vom Doct. Oerstedt angegebene Veränderung des Voltaischen Becherapparats, die ihm einfacher und be-

quemer als dieser und der Cruickshanksche Apparat schien, mit einigen Abänderungen aus. Statt der Röhren nahm er 4 Zoll hohe und 1 Zoll weite Gläser, und legte auf den Boden eines jeden etwas Blei, Zinn oder Zink, oder ein aus diesen Metallen gemischtes Amalgama. Das schmälere Ende eines zuvor in Queckfilberauflösung getauchten und, die Enden ausgenommen, mit einer Mischung aus Wachs und Harz überzognen streifenförmig geschnittnen Kupferblättchens, wurde in dieses Amalgama gesteckt, das andere breitere Ende in das nächste Glas hineingebogen, so dass es in einiger Entfernung über dem Amalgama blieb. Auf das Amalgama warf er einige Zinkstückchen, füllte in die Gläser liquiden schwefelsauren Zink, dem noch etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, und überzog die Ränder der Gläser mit einer Mischung aus Wachs und Harz, um das Uebersteigen salziger Incrustationen über die Ränder zu vermeiden. — Eine solche Batterie behielt ihre Kraft ohne merkliche Abnahme wenigstens einen Monat lang, genügte Herrn Gahn aber doch nicht ganz. Sie ist nichts anderes als ein gewöhnlicher Becherapparat, verhält sich auch in allem wie dieser, ohne mehr Wasserstoffgas als andre zu geben. Das Amalgama dient bloss zur genauen und vollkommenen Berührung zwischen Zink, Blei und Kupfer. Ihr Vortheil besteht allein darin, dass man einzelne Zinkstückchen und Körner anwenden, und wenn der alte oxydirt ist, neuen hineinwerfen kann.

Um der Korkstöpsel entübrigt zu seyn, welche in manchen Versuchen Störung oder Unannehmlichkeit veranlassen, hat Herr Gahn an den Enden der gebognen Röhren des Gasapparats Hälse angebracht, und in diese gläserne, aus dicken Thermometerröhren verfertigte Stöpsel eingeschmirgelt. Die durch diese Stöpsel oder Röhren gehenden Drähte werden an der innern Seite mit etwas Wachs und Harz befestigt. An das Knie der Röhren schmelzt Herr Gahn vor der Lampe eine oder zwei umgebogene kleinere Röhren zur Ableitung der Gasarten. *)

8. *Galvanisch-electrische Wasserzersetzung durch Zink- und Kupferstaub.* **) Ein englischer Physiker, Will. Wilson, hatte einige kleine Kupfer- und Zinkplatten auf einander mit feinem Schmirgel abgeschliffen, und sie darauf in einem Napfe voll Wasser abgespült. Als das Wasser ungefähr 5 Stunden lang gestanden hatte, war es mit einem schmutzigen Schaume bedeckt; er hob das Gefäss auf, und nun stieg eine unzählige Menge Luftblasen von dem Bo-

*) Da Herr Assessor Gahn diese *Annalen* liest, so glaube ich ihn auffordern zu können, uns weitere Nachrichten über seine und seiner Landsleute Versuche mit Volta's Säule, die so vorzüglich interessant sind, gefälligst mitzutheilen. *d. H.*

**) Nicholson's *Journal*, Vol. 3, p. 147. Aus einem Briefe Wilson's an Nicholson, geschrieben London den 11ten Oct. 1802. *d. H.*

densatze auf; dieses dauerte, als er das Wasser bewegte, einige Minuten lang fort, doch wurden der Blasen immer weniger, und hörten endlich ganz auf. Er liess alles 4 bis 5 Stunden ruhig stehen; darauf zeigten sich wieder fast eben so viel Luftblasen, und unter denselben Umständen als vorher. So fuhr er 5 Tage lang fort, dieses Wasser alle 4 oder 5 Stunden zu untersuchen, und erhielt stets dieselben Erscheinungen, nur immer schwächer, bis nach 5 Tagen kein Luftbläschen weiter erschien. — Ueberzeugt, diese Erscheinung werde dadurch bewirkt, dass die Kupfer- und Zinktheilchen eine Art Galvanischer Kette bildeten, wiederhohlte er diesen Versuch mit gleichen Theilen Kupfer- und Zinkfeile, die er in ein Glas mit Wasser that und tüchtig unter einander rührte. Nach 3 Stunden hingen einige Luftbläschen an den Feilspänen; beim Schütteln stiegen sie auf, und so ging das auf eine ähnliche Art, wie im vorigen Versuche, nur mit dem einzigen Unterschiede fort, dass er jetzt stärker schütteln musste, dass die Blasen grösser waren, und dass schon nach 3 Tagen keine mehr erschienen. Er sucht sich das daraus zu erklären, dass im erstern Falle die Theilchen sich inniger und in grössern Folgen berührt haben mögen, als im letztern. — Er wiederhohlte darauf noch einmahl den ersten Versuch mit Kupfer- und Zinkplatten, die mit Schmirgel über einander polirt wurden, und der Erfolg war ganz derselbe wie zuvor.

X.

Neuigkeiten aus der Chemie der Metalle.

1. *Ein vorgeblich neues edles Metall, Palladium oder Neusilber.* Diese grosse mineralogische und chemische Merkwürdigkeit war ganz vor kurzem zu London, das Loth zu 16 Guineen, verkäuflich. Als unterscheidende Charaktere des neuen edlen Metalls wurde angegeben: dass es sehr hämmerbar sey und sich ziemlich gut poliren lasse, wobei es den Platinglanz annehme; geschlagen 11,8, geschmiedet 11,3 zum specifischen Gewichte habe; im mäſsigen Feuer seinen Glanz verliere und sich ins Blaue nüancire, in stärkerer Hitze aber, wie die übrigen edlen Metalle, seinen vorigen Glanz wieder erhalte; kaum in der stärksten Gluth einer Esse anfange flüssig zu werden, dagegen mit Schwefel so leicht schmelze als Zink; und dass es endlich in Salpetersäure auflöslich sey. Diese Auflösung ist roth; schwefelsaures Eisen schlägt das Metall daraus regulinisch nieder, gerade so wie das Gold aus dessen Auflösung in Königswasser, und wird die Auflösung bis zur Trockniss abgedampft, so giebt sie ein rothes Oxyd, das in den übrigen Säuren auflöslich ist, und von allen andern Metallen, außer von Platin, Gold und Silber, aus diesen Auflösungen niedergeschlagen wird. — Chenevix, der sich sogleich ein

ein Stück des neuen edlen Metalls verschafft hatte, fand die angegebnen Charaktere völlig richtig, und sie wurden darauf auch von Vauquelin bestätigt.

Diese Nachrichten verdanke ich dem an naturwissenschaftlichen Neuigkeiten reichen *Journal de Physique et de Chimie* des Herrn van Mons in Brüssel, wo sie in einem eignen *Supplement au* No. 11, dem schon ausgegebnen Hefte nachgeliefert würden. Bald darauf erhielt ich indess von meinem Freunde folgenden zu *Brüssel am 11ten Juni* geschriebnen Brief, welcher von dem grofsen Eifer für Wahrheit zeugt, der diesen trefflichen Chemiker beseelt.

„— — Ich melde Ihnen, mein geschätztester Freund, dass Chenevix, sehr bald nachdem er die angegebnen Charaktere des neuen edlen Metalls verificirt hatte, entdeckte, dass das Palladium *keineswegs* ein besondres Metall, sondern nichts anderes als ein *Platin-Amalgama*, durch *chemische Verbindung* von 2 Theilen Platin mit 1 Theile Quecksilber bewirkt, sey. Dieses Amalgama ist *fest*, in Salpetersäure auflöslich, bloss in Verbindung mit Schwefel schmelzbar, läfst selbst in der höchsten Gluth kein Atom Quecksilber fahren, und wird durch grünen Eisenvitriol aus seiner Auflösung in Salpetersäure niedergeschlagen, (unstreitig dadurch, dass dieser demselben Sauerstoff anzieht.) — Welche sonderbare Verbindung! wie reich an Folgen! Wird man hinfüro wohl noch ein einziges Metall mit *Zuverlässigkeit* für *einfach* ausgeben dürfen?

und wäre es wohl noch etwas Außerordentliches, wenn wir in diesem Sinne nach den Bestandtheilen und der Zusammensetzung des Goldes forschten?

2. *Tungstein-Metall* und ein *Eisen-Amalgama.* Es ist den Herren Allen und Aiken in England geglückt, das Tungstein-Metall in vollkommnen Fluss zu bringen, indem sie die Auflösung des Tungstein-Oxyds in Ammoniak behandelten. In seiner vollkommen regulinischen Gestalt hat dieses Metall die Farbe von Eisen und ist sehr glänzend, aber nicht hämmerbar. Das specifische Gewicht desselben beträgt 17,22, so dass es nächst Platin und Gold das schwerste Metall ist.

Auch hat Herr Aiken ein *Eisen-Amalgama* zu Stande gebracht, indem er salzsaures Eisen durch Zink-Amalgama fällte. Der Zink schlägt das Eisen regulinisch nieder, und mit diesem Eisen verbindet sich das aus der Verbindung mit dem Zink tretende Quecksilber. Wird es darauf in eine schwache Hitze gebracht und geknetet, so nimmt es alle Kennzeichen eines vollkommnen Amalgama an. (*Journal par* van Mons, t. 3, p. 115.)

3. *Ueber die vorgebliche Verwandlung von Eisen in Stahl in verschlossnen Tiegeln, ohne Mitwirkung von Kohlenstoff, von Collet-Descotils.**) Ein Chemiker Muschett hatte bekannt gemacht, er habe gefunden, dass Eisen, welches in verschloss-

*) *Bulletin des Sciences*, No. 71. d. H.

nen Tiegeln einer starken Gluth ausgesetzt wird, sich in Stahl verwandle, schmelze und dann gegossen werden könne. Diese Umwandlung in Stahl suchte er sich durch Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff zu erklären, der entweder einer Zersetzung des kohlensauren Gas in dieser hohen Temperatur durch das Eisen, oder einer Verwandlung der Kohle in Gas, in welcher Gestalt sie durch den Tiegel durchgegangen sey, müsse zugeschrieben werden. — Um die Zweifel zu zerstreuen, welche aus diesen Versuchen gegen die Verwandlung von Eisen in Stahl, durch kohlensauren Kalk, wie sie Clouet, und durch Diamant, wie sie Guyton bewirkt hatte, entstehen könnten, glaubte Collet-Descotil die Versuche Muschett's wiederhohlen zu müssen. Drei Versuche, die er zu dem Ende anstellte, und in denen er alle mögliche Vorsicht brauchte, um das Eisen ausser aller Berührung mit kohlenstoffhaltenden Körpern zu setzen, zeigten, dass, so oft diese Bedingung vollkommen erfüllt wurde, das Eisen seine Natur *nicht* änderte, und dass, wenn es sich in Stahl verwandelte, das daher kam, dass dieser Bedingung zufällig nicht Genüge geschah. Zugleich machte er die Bemerkung, dass das Eisen bei weitem so schwer schmelzbar *nicht* ist, als man bisher geglaubt hatte, da er es in allen drei Versuchen in kurzer Zeit in Fluss kommen sah.

4. *Ein neu entdecktes Metall, Tantalum.* Ein schwedischer Chemiker, Herr M. A. G. Ekeberg,

Privatlehrer in Upsala, der durch seine chemische Analyse des Gadolinits bekannt ist, entdeckte dieses neue Metall, als er verschiedne Varietäten von Gadolinit, die er von dem Bergmeister Geyer in Stockholm erhalten hatte, chemisch untersuchte, und hat diese Entdeckung im vorigen Jahre in den Schriften der Stockholmer Akad. der Wissenschaften bekannt gemacht. (*Vetensk. Acad. Nya Handlingar* foer 1802, Quart. 1, S. 68 f.) Die unterscheidenden Merkmahle dieses neuen Metalls sind folgende:

Es ist in allen Säuren gänzlich unauflöslich, in welchem Zustande man es auch nehme, und welche Hülfsmittel man auch anwende; nach dieser Unfähigkeit desselben, sich der Säuren zu bemächtigen, hat es Ekeberg, als nach seinem Hauptcharakter, *Tantalum* genannt.

Die einzigen Reagentien, welche auf dasselbe wirken, sind die kaustischen fixen Alkalien, wenn man sie damit zusammenschmelzt. Wird dann die Masse ausgelaugt, so löst sie sich zum Theil in Wasser auf, und aus dieser Auflösung läſst sich ein schneeweiſses Oxyd durch Säuren niederschlagen.

Keine Säure wirkt auf dieses Oxyd, und selbst in der Glühhitze verliert es seine Weiſse nicht. Geglüht ist das specifische Gewicht desselben 6,5. Es schmilzt vor dem Löthrohre, wenn es mit Borax oder Harnsalz vermischt wird, ohne daſs es diese Flüsse färbt.

Als das Oxyd mit Kohlenstaub vermischt in einem Tiegel einer heftigen Gluth ausgesetzt wurde, reducirte es sich zu einer zusammengebacknen Masse von mäſsiger Härte, einigem Metallglanze an der Oberfläche, und einem matten und schwärzlichen Bruche. Die Säuren oxydirten diese Masse, und verwandelten sie wieder in das vorige weiſse Pulver.

Diese Charaktere scheinen dem schwedischen Chemiker hinzureichen, die Masse für ein Metall, und zwar für ein noch unbekanntes, zu halten. Am meisten Aehnlichkeit hat sie mit Zinn-, Tungstein- und Titanoxyd, die auch in den kaustischen Alkalien auflöslich sind, und unter einigen Umständen der Einwirkung verschiedner Säuren widerstehn; allein Zinnoxyd verräth sich sogleich durch seine leichte Reductibilität, Tungsteinoxyd durch seine Auflöslichkeit in Ammoniak und daran, daſs es durch Säuren gelb wird und Borax oder Harnsalz, womit es zusammengeschmolzen wird, blau färbt, und Titanoxyd durch die Hyacinthfarbe, die es dem Boraxglase giebt, und dadurch, daſs es, wenn es mit Pottasche zusammengeschmolzen worden, in den Säuren auflöslich ist.

Herr Ekeberg hat dieses neue Metall in zwei verschiednen Arten von Minern gefunden. In der ersten ist es mit Eisenoxyd und Braunsteinoxyd vermischt; sie nennt er *Tantalit*. Diese bricht im schwedischen Finnland, im Kirchspiele *Kimito* im Gouvernement von *Abo*, in einem groſsen Berge am baltischen Meere, der aus weiſsem Quarz und

Glimmer mit durchsetzenden Feldspathgängen besteht, in einem dieser Feldspathgänge, und ist schon seit 1746 als eine problematische Art von Zinngraupen bekannt. Sie findet sich in Krystallen von der Gröfse einer Haselnufs, deren Gestalt sich dem Octaeder zu nähern scheint, die am Stahle stark Feuer schlagen und ein specifisches Gewicht 7,953 haben. Der Magnet zieht sie nicht, ihr Staub ist grau, ihre Oberfläche eben und schwärzlich, ihr Bruch dicht und metallisch.

Die zweite Miner bricht mit dem *Gadolinit*, (dem Mineral, worin Gadolin die Yttererde entdeckt hat,) an einem und demselben Orte, nämlich im grofsen Steinbruche bei *Ytterby*, in der schwedischen Provinz Upland, und besteht aus Yttererde, Eisen und Tantalum, daher Herr Ekeberg sie *Ytterotantalit* nennt. Es ist ein Feldspathberg, in dem sich isolirte Partien Quarz und Glimmer finden, und durch den vertikale Glimmergänge durchsetzen. In der Nachbarschaft dieser Gänge findet sich sowohl der Gadolinit, der mehrentheils mit einer Seite an silberweifsem Glimmer sitzt, und an der andern von Feldspath umgeben ist, als der Ytterotantalit, der sich in Gestalt kleiner Nieren in Feldspath, welchen schwarzer Glimmer umgiebt, befindet. Diese Nieren sind von körnigem metallgrauen Bruche, lassen sich mit dem Messer, obschon schwer, ritzen, wirken nicht auf den Magnet, und haben zum specifischen Gewichte 5,13.

XI.

Neue Zerlegung des Gadolinits, vom M. Ekeberg in Upsala, und Bestätigung der wesentlichen Verschiedenheit der Yttererde von der Beryllerde. *)

Herr M. Ekeberg hatte schon 1794 das schwarze Fossil von Ytterby, worin von Gadolin eine neue Erdart entdeckt worden war, genauer untersucht. (Scherer's *Journal der Chemie*, B. 3, S. 187.) Vauquelin's und Klaproth's spätere Analysen bewogen ihn, seine Arbeit noch einmahl wieder aufzunehmen, und die Resultate seiner verbesserten Analyse theilt er im ersten Theile des vorhin erwähnten Auffsatzes mit. Die jetzt von ihm gefundnen Bestandtheile in 100 Theilen sind folgende:

55,5	Th.	Yttererde
23		Kieselerde
4,5		Beryllerde
16,5		Eisenoxyd

Das Eisen trennt er von der Yttererde mittelst der von Klaproth entdeckten Eigenschaft der bernsteinsauren Salze, aus Säuren, worin beide aufgelöst sind, nur das Eisen, nicht die Yttererde zu fällen. Doch muss das

*) Grösstentheils aus einem Auszuge aus der schwedischen Abhandlung in den *Annales de Chimie*, t. 43, p. 228, mit Bemerkungen von N. V., (Nicol. Vauquelin,) entlehnt. *d. H.*

Eifen vollkommen oxydirt feyn, foll alles zu Boden fallen. — Braunfteinoxyd hat er zwar darin gefunden, beftimmt aber die Menge deffelben nicht; von Kalkerde fand er aber keine Spur, daher fie fich in Vauquelin's Exemplar wohl nur zufällig fand. Was befonders überrafcht, ift, dafs er nur 0,5 Th., Vauquelin dagegen 12 Theile Verluft hatte. Liegt das an einer Verfchiedenheit des Steins oder der Verfahrungsart?

Er vergleicht die Yttererde forgfältig mit der Beryllerde, und beweift daraus die auch fchon von Klaproth aufser Streit gefetzte Verfchiedenheit beider einfachen Erden. Die Yttererde ift nach ihm unauflöslich in den kauftifchen Alkalien, indefs die Beryllerde fich in ihnen leicht auflöft, wie auch fchon Vauquelin bemerkt hat. — Blaufaures Kali fchlägt die erftere, nicht aber die letztere aus ihren Auflöfungen nieder, wie auch fchon Vauquelin und Klaproth angaben. — Umgekehrt wird die Yttererde nicht, wohl aber die Beryllerde aus ihren Auflöfungen durch bernfteinfaure Salze niedergefchlagen. — Endlich unterfcheiden fich beide Erden von einander gar fehr durch ihr fpecififches Gewicht, wenn fie gleich ftark calcinirt find. Das der Yttererde ift 4,842; das der Beryllerde 2,967. Diefes veranlafste fchon Vauquelin, die Yttererde mit Kohlenftaub in hoher Gluth zu behandeln, um nachzufehn, ob fie nicht etwa ein Metalloxyd fey; er erhielt aber kein

Metall, sondern nur eine halbgeschmolzne, sehr harte Masse, ungefähr vom specifischen Gewichte 5. — Beryllerde haben weder Vauquelin noch Klaproth im Gadolinit gefunden. Doch läſst sich Ekeberg's Angabe nicht bezweifeln, da er die Unterschiede beider Erdarten sehr wohl kannte.

Der Gadolinit kömmt auch unvollkommen krystallisirt vor, wie einige Arten von Granaten, und ist, wenn er rein ist, so hart, daſs er am Stahle Funken giebt.

XII.

AUSZÜGE

aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Vom Herrn Dr.* H. W. Brandes.

Eckwarden, den 10ten Jun. 1805.

Sie haben im dritten Hefte des XIII. Bandes Ihrer Annalen Einiges über Sternschnuppen und Feuerkugeln aufgenommen oder gelegentlich angeführt, worüber ich mir die Erlaubniſs ausbitte Ihnen ein paar Bemerkungen mittheilen zu dürfen.

Die vom Herrn Dr. Droyſen beobachtete Erſcheinung, wo der Schweif einer Sternſchnuppe ſich nach dem Verlöſchen des Kerns krümmte, iſt zwar ziemlich ſelten, aber wenigſtens zwei ähnliche Beobachtungen ſind mir bekannt. Die eine habe ich ſelbſt angeſtellt, und in der Abhandlung über die Entfernung, Geſchwindigkeit und die Bahnen der Sternſchnuppen S. 35 erzählt. Eine zweite, die vielleicht ſehr wenig bekannt geworden iſt, theilte der ſelige Lichtenberg mir mit: ſie ſtand in den Berliniſchen Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen, 1798, No. 124. Der ungenannte Beobachter erzählt, in der Nacht vom 13ten zum 14ten October 1798, etwa um 12 Uhr, habe ein plötzlicher heller Schein ihn bewogen, nach dem Himmel zu blicken. Er bemerkte in der

Gegend des Widders einen hellen weifsen Lichtftreifen von etwa $1\frac{1}{2}$ Grad Länge. Nach 2 Minuten, als feine Helligkeit fchon abgenommen hatte, nahm diefer die Form eines Zickzacks an, und erlofch dann allmählig. — Vielleicht verdient es bemerkt zu werden, dafs in der nächftfolgenden Nacht von uns ungewöhnlich viele Sternfchnuppen beobachtet wurden. Dafs übrigens die meiften Schweife nicht blofs aus Augenbetrug entftehen, fcheint mir erwiefen, theils weil man mehrmahls den Schweif fieht, wo man den fchnell erlöfchenden Kern nicht gefehen hat, theils weil er fehr oft nicht mit dem Kerne zufammenhängt, fondern dazwifchen ein dunkler Raum ift.

Es ift Schade, dafs Herr Dr. Droyfen fich von feinem entfernten Freunde nicht den Platz am Himmel bezeichnen liefs, wo er die Sternfchnuppe erblickte: diefes wäre gewifs wichtiger gewefen, als die Angabe des Barometerftandes. Vom Doct. Benzenberg ift diefe Erfcheinung wohl nicht beobachtet worden.

Die Chladnifche Meinung, dafs die Sternfchnuppen verlöfchen, wenn fie in zu dünne Luft kommen, ift, glaube ich, durch unfre Beobachtungen widerlegt: fie verfchwinden in äufserft ungleichen Entfernungen von der Erde. — Und follte es fich ferner beftätigen, was wir nach einigen Beobachtungen wohl anzunehmen berechtigt find, dafs es auffteigende Sternfchnuppen giebt, fo könnte es

gar wohl seyn, dass man zu einem mathematischen Beweise gelangte, dass *nicht alle* Sternschnuppen geworfne Körper seyn können. — Es ist zu gewagt, eine einzelne Beobachtung, wo nicht besonders entscheidende Merkmahle statt fanden, für unumstösslich gewiss auszugeben, sonst wäre unter unsern Beobachtungen die zwölfte correspondirende ein directer Beweis gegen Hrn. Chladni, denn dieser Körper hätte aus der Erde hervorkommen müssen, da er vertical aufstieg. So ergiebt es die Berechnung, die ich *ohne* alle willkührliche Voraussetzungen in einem Aufsatze, welchen ich an Hrn. Bode für das Jahrbuch gesandt habe, weiter aus einander setze. (Die Berechnung in der bei Perthes erschienenen Abhandlung ist nicht ganz überzeugend.)

Ich hoffe Ihnen nächstens eine Reihe von Beobachtungen über die *Refraction*, denen ähnlich, die Sie von Hrn. Woltmann kennen, übersenden zu können. Der Zweck derselben ist vorzüglich, zu bestimmen, wie die Variation der scheinbaren Höhe *von der Entfernung* des Gegenstandes, *von seiner Höhe* über dem scheinbaren Horizonte, und *von der* höhern oder niedrigern *Stellung* des Beobachters abhängt. — Dass es hier ziemlich bestimmte Regeln, wobei aber doch einzelne irreguläre Abweichungen statt finden, giebt, zeigen schon die bisherigen Beobachtungen. Diese Irregularitäten machten mich anfangs irre, aber die Fortsetzung der Beobachtun-

gen zeigte doch die Regel deutlich. Und wer kann sich auch über etwas Irreguläres in einer Atmosphäre wundern, in der wir einzelne Wolkenmassen in der obern Luft, locale Winde, (z. B. die momentanen warmen Hauche, die man an sehr beschränkten Stellen zuweilen ganz plötzlich bemerkt,) u. s. w., längst kennen? Bei dem jetzigen rauhen windigen Wetter kann ich mit diesen Beobachtungen wenig fortkommen; seit der Mitte Aprils haben keine erheblichen Variationen statt gefunden, und die vorherigen Beobachtungen waren noch nicht mannigfaltig genug.

---

2. *Vom Herrn Dr.* Benzenberg.

Hamburg den 3ten April 1803.

Herr Repsold, (*Annal.*, XI, 265,) hat sich zwei Objektive aus einem massiven Flintglaskegel schneiden lassen, der in einem der hiesigen Kalköfen geschmolzen, und 5 Zoll dick und 8 Zoll lang war. Der Lehrbursche gebrauchte zu einem Schnitte 2 Tage. Die Objektive sind noch nicht fertig geschliffen; kleinere Theile von diesem Kegel, aus denen Gläser zu Mikroskopen geschliffen wurden, haben sich aber sehr schön gearbeitet.

Zu meinem Taschenperspektive, von 1,8 par. Zoll Oeffnung, von Linell in London, (*Annal.*, XI, 264,) das bloss mit einer 25mahligen terrestrischen Vergrösserung versehn war, hatte ich mir

schon früher einen cölestischen Einsatz schleifen lassen, der etwa 44 mahl vergrösserte. Ich glaubte, dieses sey alles, was das kleine Objektiv ertragen könnte. Allein gestern erhielt ich von Hrn. Repsold eine kleine Linse von 3 Linien Brennweite, die, (da das Objektiv 28 Zoll Brennweite hat,) ungefähr 112 mahl vergrössern musste. Obschon ich nicht glaubte, dass ich sie würde gebrauchen können, so schraubte ich sie doch ein, als der Himmel vorzüglich heiter war, und richtete das Fernrohr nach Saturn und Jupiter. Der Ring des Saturns um die Kugel erschien völlig scharf in weissem Lichte; eben so der Jupiter und seine Streifen. Das hatte ich nicht erwartet. Ich richtete das Fernrohr nun nach dem Monde, und sah hier die weissen Adern in den Meeren, die Schatten in den Cratern und die Bergspitzen so deutlich und bestimmt, dass ich alles hätte zeichnen können. Woher kömmt es nun, dass ein Taschenperspektiv 112mahlige Vergrösserung aushielt, ohne im geringsten an seiner Deutlichkeit zu verlieren, da man oft grössere Fernröhre sieht, die dieses nicht thun? Das Flintglas in meinem Objektive ist überdies nicht völlig frei von Streifen, und die Politur nicht so schön, als sie seyn könnte, wie man das überhaupt oft in englischen Objektivgläsern findet.

Ich glaube den Grund in folgenden drei Ursachen suchen zu müssen: 1. Flint- und Crownglas haben in dem Objektive dieses Fernrohrs eine sehr

richtige Figur; 2. die Planeten und der Mond standen sehr hoch; und 3. das Okular war einfach. Ich ziehe die einfachen Okulare den zusammengesetzten vor, obschon man bei letztern ein gröſseres Feld, und gegen den Rand hin weniger Farben hat; denn die einfachen Okulare haben immer den Vortheil, daſs bei ihnen weniger Licht verloren geht, und dieser Vortheil ist viel gröſser als man glaubt. Die Farben gegen den Rand hin schaden eben nicht viel, da man den Gegenstand, den man sieht, ohnehin in die Mitte des Feldes halten muſs, wenn man genau sehen will. Auch das kleinere Feld thut nichts, da es eben nicht schwer ist, Jupiter und Saturn zu finden. Das Fernrohr hat ein kleines Stativ von Messing, (mit feiner horizontaler und vertikaler Bewegung,) welches sich aus einander legen läſst. Das Fernrohr selbst ist zusammengeschoben 11 Zoll lang, und kostet mit dem Stativ nur 8 Louisd'or.

Ich wünschte, daſs Sie Gelegenheit hätten, die Ausdehnung der Rosenschen Metallmischung zu untersuchen. Für mich ist es für den gegenwärtigen Augenblick unmöglich, da ich in Begriff stehe, abzureisen. Ueberhaupt steht es mit unsern Ausdehnungsbestimmungen noch sehr schlecht. Im Gehler, Artikel *Pyrometer*, stehen die von Berthoud und Roy *nicht*, welche doch wohl die besten sind. — Ich finde, daſs wir in der Physik, — *was die Genauigkeit* der Angaben betrifft, — noch ungleich mehr zurück sind, als man glaubt.

Die hiesige Admiralität hat das physikalische Kabinet des verstorbenen Senators Kirchhof für 15000 Mark Banco gekauft, und zum Unterrichte in dem neu organisirten Johanneum bestimmt. Auch hat die patriotische Gesellschaft ihre Modellsammlung dem Johanneum überlassen. Die Büschische Bibliothek und Instrumentensammlung hatte die Admiralität, wie Sie wissen, schon früher gekauft.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SIEBENTES STÜCK.

I.

FORTGESETZTE VERSUCHE *über die Electricität,*

von

ALEXANDER VOLTA.

Aus einem Briefe an den Herausgeber.

Como den 23sten April 1803.

Ich habe die Stücke der *Annalen*, welche Sie mir auf dem angezeigten Wege überschickt haben, richtig erhalten. — — Die Versuche Ritter's über die Ladung electrischer Batterien mittelst meines electromotorischen Apparats enthalten in der That nichts, was für mich neu wäre. Ritter hat sich in ein grosses Detail eingelassen; doch ist alles blosses Corollarium aus dem, was von mir dargethan worden, und läst sich aus meinen Grundsätzen ohne alle die Umwege erklären, die er genommen hat, und die für die meisten Leser die Materie eher verdunkeln als aufklären werden. Die Art, wie ich die

vornehmsten Phänomene solcher Ladungen im *zweiten* und *dritten* Theile meiner Abhandlung, die ich im November 1802 im französischen National-Institute vorgelesen habe,*) und im *Ristretto della dottrina e dei principali fenomeni del Galvanismo,* dessen Druck etwas verspätet worden ist, das aber in kurzem erscheinen wird, erklärt habe, ist viel einfacher, und macht die Sache für alle begreiflich, die auch nur die gewöhnlichen Gesetze der Electricität kennen und sich mit dieser Klasse von Versuchen etwas beschäftigt haben. Uebrigens habe ich mich mehr als Ritter an die electrometrischen Untersuchungen gehalten, das heisst, an Betrachtung der electrischen Spannung und der Capacität der Recipienten oder Quellen der Electricität, so wie der Dauer der Ladung, die damit in Verbindung steht, und habe hauptsächlich gesucht, zu zeigen, wie die Effecte, die Schläge und dergleichen nach zusammengesetzten Verhältnissen von diesen Elementen abhängen, und wie die verschiednen Effecte mehr mit dem einen oder mit dem andern derselben

*) Nur der *erste* Theil dieser Abhandlung ist in den Pariser *Annales de Chimie* abgedruckt; die beiden andern werden in Brugnatelli's *Annali di Chimica* erscheinen." *Volta.* [Der *erste* Theil findet sich in den *Annalen*, X, 421 f., und der *zweite*, XII, 497 f., an der Spitze des Supplementhefts. Den *dritten* Theil denke ich den Lesern nächstens zu liefern, vielleicht auch einiges aus Volta's neuem Werke. *d. H.*]

zusammenhängen. Ritter hat zwar diese electrometrischen Untersuchungen nicht ganz vernachlässigt, und sieht bei den verschiednen Combinationen seiner Säulen auch stets auf die electrischen Spannungen; da er aber, wie es scheint, sich keines Condensators und auch nicht des empfindlichsten Electrometers bedient hat, so blieben seine Beobachtungen, ungeachtet er mit einem Electromotor von 600 Lagen experimentirt hat, insgesammt innerhalb einer Spannung von ungefähr 4°, und diese ist so geringe, dass es Mühe kostet, eine Spannung von 1° überhaupt nur wahrzunehmen. Ich erhalte dagegen mit Hülfe eines guten Condensators, bei einer Säule von 100 Lagen und weniger, Divergenzen von 100 bis 200° meines Strohhalmelectrometers, wodurch mir ein weites Feld zu vergleichenden Versuchen offen steht. Diese Divergenzen lassen sich zwar an meinem Electrometer nicht messen, da die Strohhälmchen dabei an die Wände des Glases schlagen, sie lassen sich aber durch Vergleichung mit der Divergenz an einem Quadranten-Electrometer berechnen.

Ich habe Ihnen schon einiges von diesen electrometrischen Untersuchungen in meinem letztern Briefe mitgetheilt. *) Hier noch einige der vorzüglichsten Resultate derselben. Ich wünschte zu bestimmen, welches die *kleinst-mögliche Ladung* von belegtem Glase sey, durch die dem kleinen Finger,

*) *Annalen*, XIII, 257 f. d. H.

den ich in Waſſer getaucht hatte, bei einer die Entladung am beſten leitenden Verbindung,*) der kleinſt-mögliche noch merkbare Schlag ertheilt werde; und zwar ſuchte ich dieſes *Minimum* electriſcher Spannung, welche einen ſolchen kaum noch empfindbaren Schlag hervorbringt, für verſchiedne Gröſsen von belegtem Glaſe, das allesſammt von gleicher Dicke war, aufzufinden; (bekanntlich ſteht die Capacität des Glaſes in umgekehrtem Verhältniſſe mit der Dicke.) Ich ſuchte zu dem Ende Gläſer aus, die ungefähr ⅓ Linie dick waren, fing mit 1 Quadratzoll Belegung an, und ſchritt dann zu 2, 4, 8 Quadratzoll Belegung fort. So fand ich das Minimum der Ladung, bei der der Schlag merkbar blieb, nach Graden meines feinern Strohhalm-Electrometers, deſſen Grade halbe Linien betragen, gemeſſen, wie folgt: Bei einer

Belegung von	1 ;	2 ;	4 ;	8 ;	16	Q. Zoll
ungefähr	45° ;	25° ;	14° ;	8° ;	4,5°	

und ſo wird alſo, um bei noch einmahl ſo groſser Belegung den gleichen Effect hervorzubringen, eine Spannung erfordert, die etwas gröſser als die Hälfte iſt, und zur erſtern im Verhältniſſe von 56 : 100 ſteht, woraus folgt, daſs die Menge des

*) Zu dem Ende ſetze ich das Waſſer durch einen breiten Metallſtreifen, (*lame*,) mit der einen Belegung des Glaſes in Verbindung, und errege die Entladung mit einem andern breiten Metallſtreifen, (*lame*,) den ich mit der andern ſtark gefeuchteten Hand feſt gefaſst habe. *Volta*.

electrischen Fluidums, welches in beiden gleiche Ladungen bewirkt, fast dieselbe, (nur in der noch einmahl so grossen Belegung etwas grösser,) ist. — Eine Flasche aus dünnem Glase von 64 Quadratzoll Belegung, muss, um dem kleinen Finger den kleinsten wahrzunehmenden Schlag zu geben, nur bis zu einer Spannung von $1\frac{1}{3}°$ geladen seyn; 4 solche Flaschen verbunden, nur bis zu $\frac{1}{2}°$ und selbst weniger; 8 bis zu $\frac{1}{4}°$; und 16, die vereint eine Batterie von ungefähr 7 Quadratfuss Belegung bilden, nur bis zu $\frac{1}{8}°$ Spannung. Dieses habe ich durch viele Versuche verificirt, welche mir die angeführten Resultate, wenn auch nicht alle genau, wenigstens sehr nahe gegeben haben. Nur wenn man die Batterien sehr vergrösert, scheint eine stärkere Ladung, als nach dem angegebnen Verhältnisse, nöthig zu werden, und ich vermuthe selbst, dass, wenn man bis auf 600 oder bis auf 1000 oder 2000 Quadratfuss Belegung stiege, man das Maximum von Grösse erreicht haben würde, d. h., dass bei einer gegebnen sehr kleinen Spannung, grössere Batterien als diese keine stärkern Schläge geben würden, ja dass bei Spannungen von $\frac{1}{100}°$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{60}°$, (welche, der obigen Progression gemäss, in Batterien von dieser Grösse noch ganz merkbare Schläge geben müssten,) der Schlag nicht mehr wahrnehmbar seyn möchte.

Vergleicht man übrigens den Schlag einer ziemlich kleinen Leidner Flasche mit den Schlägen einer sehr grossen Flasche oder einer ganzen Batterie,

wenn die Ladungen beider in dem angeführten Verhältnisse stehn; so zeigt sich doch eine Verschiedenheit zwischen beiden, wo nicht der Quantität, doch der Qualität des Effectes nach; d. h., die Sensation in beiden ist verschieden. Dieser Unterschied ist bei mächtigen und ausgedehnten Schlägen, (*secousses puissantes et étendues*,) ziemlich merklich, indem die Schläge einer Flasche von wenigen Quadratzollen Belegung lebhafter, aber minder voll, (*moins largement*,) afficiren, und auf gewisse Weise schärfer und vibrirend, aber minder ausgedehnt sind, indess die Schläge einer grofsen Flasche oder einer Batterie schwerer und tiefer sind, (*plus graves et plus profondes*). Die letztern gleichen vollkommen den Schlägen des Zitterrochens und der electromotorischen Apparate, welche Apparate ich von je her mit sehr grofsen Batterien, die sich unaufhörlich entladen, verglichen habe.

Die Verbesserungen, die ich am Quadranten-Electrometer angebracht habe, um die Grade desselben unter sich und mit den Graden meines Strohhalm-Electrometers vergleichbar zu machen, und das Verhältnifs, welches ich zwischen diesen electrometrischen Graden und der Schlagweite des Entladungsfunkens zwischen zwei Metallkugeln wahrgenommen habe, glaube ich Ihnen schon mitgetheilt zu haben. Bei 1 Linie Abstand zwischen beiden Kugeln wird dazu eine Ladung von 12 bis 13° meines Quadranten-Electrometers erfordert, welche 150° meines feinen Strohhalm-Electrometers gleich

find. Für gröſsere oder geringere Entfernungen, (wenigstens innerhalb der Gränzen von 6 Linien bis zu ¾ Linie,) stehen die Spannungen in *einfachem directen Verhältnisse* der Entfernungen, und, was noch merkwürdiger ist, es macht dabei keinen Unterschied, ob die Entladung von einer groſsen Flasche, oder von einer sehr kleinen, oder selbst von einem *einfachen Conductor* herrührt. Bei allen ist die Schlagweite dieselbe für dieselbe Spannung oder denselben Grad des Electrometers.

Ich weiſs nicht, ob ich Sie nicht schon von der *höchst unvollkommnen Leitungsfähigkeit des Wassers und andrer Flüssigkeiten* für Electricität unterhalten habe. Ich zeige augenscheinlich, daſs der Strom electrischer Flüssigkeit, der durch einen Metalldraht von der Feinheit eines Härchens mit Leichtigkeit durchgeht, im Wasser einen Millionen mahl breitern Raum einnimmt, und selbst durch diesen nicht mit derselben Leichtigkeit und in derselben Menge durchgeht. Führt man den Entladungsstrom einer Leidner Flasche, die, wenn sie groſs ist, nur schwach geladen zu seyn braucht, oder den Entladungsstrom einer sehr schwach geladenen Batterie, oder eines Electrometers aus 100 Lagen Kupfer und Zink, dessen Spannung ungefähr $1\frac{1}{2}^{\circ}$ meines Strohhalm - Electrometers beträgt,) mittelst zweier ziemlich breiter Metallstreifen, die einander gegenüber stehen, durch Wasser, das sich in einem groſsen Bassin oder in einer hölzernen oder irdenen Kufe befindet; so breitet sich der Entladungs-

strom im Wasser rechter Hand und linker Hand von dem geraden Pfade aus, der unmittelbar von dem einen Streifen zum andern führt, so daſs, wenn man die eine Hand zur Seite desselben in einem Abstande von einigen Zollen von dem geradlinigen Strome in das Wasser taucht, man von dem Entladungsstrome getroffen wird und einen Schlag erhält. Auf dieselbe Art und aus demselben Grunde erhält man vom Zitterrochen, dessen electrische Organe mit meiner Säule so viel Aehnlichkeit haben, im Wasser, auch ohne ihn zu berühren, einen Schlag. Auf dieselbe Art geräth, wenn man eine Silbermünze und ein Stück Zink nahe bei einander in ein Fayencebecken unter Wasser, und daneben, nicht weit von ihnen, einen Froschschenkel gelegt hat, der Froschschenkel in heftige Contractionen, und zuckt jedes Mahl, so oft man die beiden Metalle mit einander in Berührung bringt, ohne doch den Schenkel selbst zu berühren; ein in Wahrheit überraschender Versuch, welcher darthut, daſs das electrische Fluidum, welches vom Silber in den Zink getrieben wird, indem es aus diesem zum Silber durch das Wasser zurücktritt, darin einen sehr breiten Raum einnimmt.

Brugnatelli's *Annalen* gehn fort; so eben erscheint Band 20, worin sich der zweite Theil meiner Abhandlung befindet, die ich im französischen National-Institute vorgelesen habe. Band 19, der 1802 herausgekommen ist, enthält den ersten Theil derselben. Ich habe keinen Antheil

an seinen Meinungen oder Ideen [Träumen?] über die electrische Säure, die electrisch-sauren Metalle, u. d. m. [*Annalen*, VIII, 284.]

Dalton's Theorie, oder vielmehr seine Versuche, [*Annalen*, XII, 394,] stimmen in allen Stücken mit denen überein, die ich vor mehrern Jahren angestellt und in einigen akademischen Sitzungen zu Pavia vorgelesen, aber nicht durch den Druck bekannt gemacht habe.

Ich bin u. s. w.

II.

EINIGE BEMERKUNGEN

zu DALTON'S *Versuchen über die Ausdehnung der expansibeln Flüssigkeiten durch Wärme, und zu den Folgerungen, die er aus ihnen zieht,*

vom

HERAUSGEBER.

1. Dalton schliefst aus seinen Versuchen mit Gasarten, dafs alle elastischen Flüssigkeiten, die mit keiner tropfbaren Flüssigkeit in Berührung stehn, insgesammt durch Erwärmung gleichmäfsig ausgedehnt werden, und zwar, wenn man ihre Temperatur von 55° bis 212° F. erhöht, um 0,325. Bei atmosphärischer Luft fand er diese Ausdehnung, wie er angiebt, während der ersten $77\frac{1}{2}$° gleich 0,167, während der andern 0,158. (*Ann.*, XII, 314.)

Hier hat Dalton durch einen kleinen Irrthum $77\frac{1}{2}$° statt $78\frac{1}{2}$° gesetzt. Da meine Berechnungen in der Anmerkung am angeführten Orte in der Voraussetzung gemacht sind, dafs Dalton 157 richtig halbirt habe, so fallen sie jetzt etwas anders aus, und ich bitte hiernach *Annalen*, XII, 314 zu verbessern. Die Dilatation während der 23° von 32° bis 55° F. beträgt nämlich wahrscheinlich nur 49, (nicht 52,) und folglich die Dilatation der Luft vom Frost- bis zum Siedepunkte nur 374, (nicht

377,) solcher Theile, dergleichen Luft von 55° Wärme 1000 einnimmt. Dieselbe Luft nimmt aber in der Temperatur des Frostpunkts nur 951 solcher Theile ein. Giebt man daher dem Volumen der Luft bei der Temperatur des frierenden Wassers 1000 Theile; so beträgt die Ausdehnung der Luft, wenn sie vom Frost- bis zum Siedepunkte erhitzt wird, Dalton's Versuchen gemäfs, 393,3 Theile. Gay-Lüssac's Versuche geben nach meiner Correction derselben für diese Dilatation 380,2 solcher Theile.

Die Resultate beider Versuche kommen hiernach einander zwar sehr nahe, stimmen aber doch noch nicht ganz überein. Höchst wahrscheinlich ist die kleine Disharmonie zwischen ihnen in dem Theile der Expansion von 32° bis 55° F. zu suchen, die von Dalton nicht beobachtet, sondern von mir aus den Dilatationen von 55° bis 133¾° und von hier bis 212° F. gefolgert worden ist. Die Beobachtung dieser letzten Dilatationen ist nicht so zuverlässig, als die der ganzen Ausdehnung vom Frost- bis zum Siedepunkte, und brauchte nur ein wenig anders zu seyn, um Dalton's Angabe mit der Gay-Lüssac's völlig übereinstimmend zu machen. Dalton selbst führt überdies an, dafs bei seinen Versuchen Verschiedenheiten von 8 bis 9 Tausendtheilchen vorgekommen sind, statt dafs bei Gay-Lüssac's Versuchen die gröfste Verschiedenheit nur 2 Tausendtheilchen beträgt, (*Annalen*, XII, 281;) ein Grund mehr, die Bestim-

mung des letztern als die zuverlässigere anzusehn, besonders nach der Correction derselben, auf die ich in den *Annalen*, XII, 396, aufmerksam gemacht habe. Endlich entfernt sie sich auch weniger als Dalton's Bestimmung von den schon früher von andern Physikern mit Sorgfalt gemachten Beobachtungen über die Ausdehnung getrockneter Luft durch die Wärme.

2.

Hier noch im Detail das Resultat der vorzüglichsten dieser Beobachtungen, die theils zur Beurtheilung der Versuche Gay-Lüssac's und Dalton's, theils zur Ergänzung dessen dienen mögen, was Gay-Lüssac in den *Annalen*, XII, 261, von den Bemühungen der Physiker vor ihm zur Bestimmung der Dilatation der Luft durch Wärme anführt. Stimmen meine Angaben mit denen in mehrern andern Werken, (besonders in Kramp's *Analyse des R fractions*, p. 7,) nicht überein, so liegt der Irrthum nicht in ihnen, da ich sie aus den citirten Quellen selbst geschöpft habe.

Lambert fand durch zwei Versuche, die er am 31sten Januar 1776 bei einem Barometerstande von 28'' 5''' mittelst eines genau calibrirten und ausgewognen Luftthermometers mit Quecksilber anstellte, dass, wenn er dem Volumen der Luft bei der Temperatur des gefrierenden Wassers 1000 Theile gab, sie in der Temperatur des siedenden Wassers bei nicht verändertem Drucke ein Volumen von

1375 solchen Theilen würde eingenommen haben. Wegen der Ausdehnung des Quecksilbers war zwar dieser Raum nach Lambert's Berechnung um 21 Theile zu vermindern; da aber auch das Glas sich ausdehnte, und dadurch die ganze Capacität der Kugel und der Röhre vermehrte, (um wie viel, berechnet er nicht,) so glaubt Lambert 1370 als das wahre Volumen der Luft in der Siedehitze, bei unverändertem Drucke, annehmen zu dürfen. (Lambert's *Pyrometrie oder vom Maasse des Feuers und der Wärme*, Berlin 1779, Seite 47.) Amontons eigne Beobachtungen mit seinem Luftthermometer setzen die Siedehitze des Wassers bei 1417°, und die Beobachtungen eines niederländischen Physikers Cruequius, (*Philos. Transact.*, No. 381,) bei 1411° der Lambertschen Scale. Dieses ganze Instrument ist indess zu genauen Bestimmungen der Dilatation der Luft durch Wärme nicht recht zweckmässig, weil es diese Dilatation nur mittelbar giebt, und sie von zu vielen schwer zu messenden Grössen abhängig macht.

Mehrere Physiker zogen daher mit Recht zu Versuchen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme Varignon's *Manometer* vor, welches aus einer calibrirten Röhre mit einer kleinen angeblasenen Kugel besteht, in welcher die Luft durch einen einzigen Tropfen Quecksilber gesperrt wird. Es ist leichter zu behandeln als das Amontonsche Luftthermometer; giebt die Ausdehnung der Luft,

die darin in allen Graden der Ausdehnung unter demselben Drucke bleibt, unmittelbar, und erfordert keine Correction wegen der Ausdehnung des Queckfilbers. Auf diese Art stellte 1758 Bonne seine Versuche über die Dilatation der Luft durch Wärme, zum Behufe der Tafeln über die astronomische Strahlenbrechung an, und fand im Mittel aus 9 Versuchen mit verschiednen solchen Manometern das Volumen der Luft bei 0° und bei 80° R. im Verhältnisse von 173 : 253, das ist, von 1 : 1,462, (*Astronomie par La Lande*, T. 2, p. 545.) Dieses, sagt La Lande, stimme mit Fahrenheit's Angabe überein, und auch er habe darauf die Correctionstafel der mittlern Strahlenbrechung nach dem Thermometer gegründet. — Derselben Art von Manometer bediente sich General Roy bei seinen sorgfältigen Untersuchungen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme, die insgesammt bei 30 engl. Zoll Barometerstand angestellt wurden, und bei denen er auch die Dilatation des Glases mit in Anschlag brachte. Er fand die Dilatation der atmosphärischen Luft, bei unveränderter Dichtigkeit derselben, = 0,48421; bei $2\frac{1}{2}$mahliger Compression = 0,434; bei der Dichtigkeit $\frac{5}{6}$ = 0,484; und bei der Dichtigkeit $\frac{1}{6}$ = 0,4415; (*Philos. Transact.*, Vol. 67, for 1777; *Samml. zur Phys. u. Naturgesch.*, *Leipz.* 1779, B. 1, S. 576.) Diese Dilatationen sind, (gleich den von Bonne beobachteten,) unstreitig deshalb zu grofs, weil beide Physiker nicht darauf gedacht haben, die Luft in

der Manometerröhre aus aller Berührung mit tropfbarer Feuchtigkeit zu setzen. Sie können daher nicht gegen Dalton's und Gay-Lüssac's Versuche angeführt werden. Bei genauerer Beachtung der Umstände, unter denen sie angestellt wurden, möchten sich daher auch wohl Gründe genug finden, um sie eher für eine völlig gleiche Dilatabilität der Luft durch Wärme, bei sehr verschiedner Dichtigkeit, als für das Gegentheil, beweisend zu finden.

Herr Oberkaplan Luz zu Gunzenhausen fand, als er auf ganz ähnliche Art die Dilatation *erstens* von Luft, die durch Salze getrocknet war, *zweitens* von trockner Luft, wie wir sie in heissen Sommertagen bei etwa 50° Sauss. Hygrometerstand haben, und *drittens* von sogenannter ganz feuchter und mit Dünsten gesättigter Luft, von 10 zu 10 Grad Reaumür untersuchte, die Dilatationen der atmosphärischen Luft unter diesen verschiednen Umständen, wie folgt:

Wärme.	Getrocknete Luft.		Trockne Luft.		Ganz feuchte Luft.
0° R.	1	Diff.	1	Diff.	1
10	1,047	47	1,049	49	1,048
20	1,0965	49,5	1,102	53,5	1,111
30	1,1428	46,3	1,158	55,5	1,195
40	1,190	47,2	1,205	47	1,2905
50	1,238	48	1,252	47	1,373
60	1,286	48	1,299	47	
70	1,332	46	1,344	45	
80	1,3775	45,5	1,3835	39,5	
16¾	1,0812		1,085		

Herr Luz hat diese Versuche mit noch grössrer Vorsicht als selbst Dalton angestellt; und ungeachtet er mit ihnen noch nicht zufrieden ist, so verdienen sie doch ganz vorzüglich beachtet zu werden. Die Art, wie er sich dabei benahm, findet man in seiner *vollständigen Beschreibung aller Barometer*, Nürnb. 1784, S. 416 f. Seine Manometerröhre war 15 Zoll lang und durchgängig 1 Linie weit, die daran geblasene Kugel so groß, dass ihr Volumen ungefähr das Doppelte der Röhre betrug, und das ganze Instrument war genau ausgewogen und nach Theilen des Inhalts der Kugel und der Röhre bis zum Nullpunkte, graduirt. Um alle Luft und Feuchtigkeit hinaus zu schaffen, kochte Herr Luz Queckfilber darin aus, füllte dann das Manometer mit der gegebnen Luft, indem er das Queckfilber in einem Gefäße mit dieser Luft ausgoss, sperrte diese Luft durch eine Queckfilbersäule, die den Barometerstand, (der in Gunzenhausen meist nur 27'' ist,) bis zu 28'' ergänzte, und führte darauf diese Queckfilbersäule mittelst eines Eisendrahtes bis zum Nullpunkte herab, während die Kugel in schmelzendem Eise stand. Beim Versuche senkte er Kugel und Röhre bis an den Ort, wo das Queckfilber stand, in Wasser von der bestimmten Temperatur, welche mittelst eines Queckfilber-Thermometers beobachtet wurde, dessen Siedepunkt bei 27'' Barometerstand bestimmt war. Schon die Ansicht der Differenzreihen beweist, dass der Versuch mit getrockneter Luft der zuverlässigste

und

und genaueste ist; ihn stellte Herr Luz auch nach den beiden andern an, also nachdem er mehr in der Versuchsart geübt war. Er übertrifft das Resultat der Gay-Lüssacschen Versuche nur um $1\frac{1}{2}$ Tausendtheil, und bestätigt daher dasselbe auf das beste. Setzen wir wegen der Dilatation des Glases, die Luz nicht mit in Rechnung gebracht hat, noch 4,5 Theile hinzu, so ist nach diesem Versuche des Herrn Luz die Dilatation getrockneter Luft vom Frost- bis zum Siedepunkte 0,382. *) Der Versuch mit ganz feuchter Luft zeigt offenbar die Einwirkung einer fremden sehr anomalen Ursach.

Zehn Reaumürische Grade sind gleich $22\frac{1}{2}$ Fahrenheitischen Graden. Da nun Herr Luz die Dilatation getrockneter Luft von 0° bis 10° R. = 0,047 gefunden hat, so muss sein Versuch für die ersten 23° F. vom natürlichen Frostpunkte bis 55° eine Ausdehnung von etwas mehr als 0,049 gegeben haben, welches genau mit meiner Berechnung nach Dalton's Versuchen, (S. 266,) übereinstimmt.

*) Wäre bei der Bestimmung des Siedepunkts am Quecksilber-Thermometer, dessen Herr Luz sich zu diesem Versuche bediente, keine Correction wegen Reducirung des Barometerstandes auf den Normalstand angebracht worden, (wie es beinahe scheint,) so müssten zu dieser Dilatation noch 9 . 0,382 = 3,5 Theile zugesetzt werden. (Luz von Barometern, Anhang, S. 33.) Das gäbe also eine Dilatation von 0,385, welche ziemlich in die Mitte zwischen Gay-Lüssac's und Dalton's Bestimmungen fällt.

Nach dem Verſuche des Herrn Luz ſteht ferner die Dilatation von 10° bis 45° R., ($54\frac{1}{2}$ bis $133\frac{1}{4}$° F.,) zu der von 45° bis 80° R. in dem Verhältniſſe von 167 : 163,5 oder, (wegen der Ausdehnung des Glaſes,) von etwa 169 : 165,5. Dagegen verhalten ſich nach Dalton die Dilatationen von 55° bis $133\frac{1}{2}$° F. und von da bis 212° F. zu einander wie 167 : 158. Herrn Luz Verſuch beſtätigt folglich Dalton's Behauptung, daſs das Queckſilber ſich in höhern Temperaturen verhältniſsmäſsig ſtärker als die Luft ausdehnt; *) nur giebt Dalton den Unterſchied vielleicht etwas zu hoch an. Doch darüber werden uns die fernern Verſuche Gay-Lüſſac's und Dalton's hoffentlich bald belehren.

Auſser den directen Verſuchen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme, beſitzen wir auch einige ſchätzbare Reihen von Verſuchen, aus wel-

*) Der dritte Verſuch des Herrn Prof. Schmidt, (Gren's *Neues Journ. der Phyſik*, B. 4, S. 332,) ſcheint zwar das Umgekehrte zu beweiſen; ich habe aber ſchon in den *Annalen*, XII, 282, die Gründe angeführt, warum dieſer Verſuch weniger Zutrauen, als die hier erwähnten, verdient. Folgender wichtige Verſuch des Herrn Prof. Schmidt, (Gren, S. 335,) ſpricht deſto mehr für die Behauptung Dalton's. Herr Schmidt trocknete die Luft in gläſernen an Thermometerröhren geblaſnen Kugeln von $\frac{1}{4}$ bis 1 Zoll Durchmeſſer, durch geglühtes Laugenſalz, erhitzte darauf dieſe Kugeln in einem Sandbade über einer Argandſchen Lampe bis zu gegebnen Temperaturen, verſchloſs

chen sich dieses wichtige Datum *indirect* ergiebt, und die daher wenigstens zur Prüfung der Resultate directer Versuche dienen können.

Richtet sich die Dichtigkeit der Luft in der Atmosphäre genau nach dem Mariottischen Gesetze, und beobachtet man das Barometer in zwei verschiednen Höhen, so muss, bei übrigens gleichen Umständen, der senkrechte Abstand beider Höhen von einander dem Logarithmen des Quotienten beider Barometerstände proportional seyn. De Lüc fand aus einer grossen Menge von Beobachtungen, dass *erstens* der Briggische Logarithme des Quotienten aus den Barometerständen 60000 mahl genommen, den Höhenunterschied beider Stationen in pariser Fussen möglichst nahe giebt, für eine mittlere Temperatur zwischen beiden Höhen von $16\frac{3}{4}°$ R.; und dass *zweitens* für jeden Reaum. Grad einer grössern oder niedrigern mittlern Wärme der

sie dann schnell mit Wachs, sperrte sie mit ausgekochtem Quecksilber, öffnete sie dann und erkältete sie bis zum Frostpunkte. Durch diese, der Methode Gay-Lüssac's sehr ähnliche Versuchsart fand er, (wenn das Volumen der Luft in der Frostkälte 1 gesetzt wird,) das Volumen der Luft bei 80° R. 1,3577, bei 160° 1,700, und bei einer Hitze, wobei die über die Flamme gehaltene Glaskugel anfing weich zu werden, 2,20. Die Dilatation des Quecksilbers war also eher bis zum Doppelten gestiegen, als die der Luft, ungeachtet Herr Prof. Schmidt die Dilatation der Luft bis zu 80° Wärme beträchtlich zu klein fand.

S 2

gemessene Höhenunterschied um $\frac{1}{215}$ grösser oder geringer sey, als ihn die Formel giebt. Daraus folgt, dass Luft von $16\frac{3}{4}$ ° R. Wärme ihr Volumen für jeden Reaum. Grad Wärmeänderung um $\frac{1}{215}$tel = 0,00465 ändern müsse. Wenn daher Luft und Quecksilber sich durch Wärme gleichmässig ausdehnten, so würde hieraus folgen, dass Luft bei einer Erwärmung vom Frost- bis zum Siedepunkte sich um $\frac{80}{215}$ = 0,372 Theilen des Volums, welches sie bei $16\frac{3}{4}$ ° Wärme einnimmt, oder um 0,401 des Volums, welches sie in der Frostkälte hat, ausdehnt, und das ist auch von mehrern Physikern hieraus gefolgert worden. Da aber die Dilatation des Quecksilbers bei grösserer Wärme der der Luft voreilt, so entspricht dieser Bestimmung de Lüc's eine geringere Dilatation der Luft vom Frost bis zum Siedepunkte, und zwar, wenn man ungefähr nach Dalton's Verhältniss der Dilatation in der ersten und in der andern Hälfte der Scale rechnet, eine Ausdehnung um höchstens 0,388; so dass also auch die Beobachtungen de Lüc's die Versuche Dalton's und Gay-Lüssac's bestätigen.*)

*) Umgekehrt dienen die letztern Versuche, die Beobachtungen, auf die de Lüc seine Regel gründet, zu bewähren, und die de Lücsche Formel für Höhenmessungen gegen den Tadel und die Einwürfe Shuckburgh's und General Roy's in den *Philosophical Transactions*, Vol. 67, for 1777, (*Leipz. Samml. zur Physik und Naturgeschichte*, B. 1, S. 565 und 571,) zu vertheidigen. Diese beiden

Die strahlenbrechende Kraft der Luft ist höchst wahrscheinlich der Dichtigkeit der Luft genau proportional. Wird daher die Luft wärmer, so muss die astronomische Strahlenbrechung unter übrigens gleichen Umständen in eben dem Verhältnisse abnehmen, als die Luft durch die Wärme dilatirt

Physiker glauben nämlich gefunden zu haben, die mittlere Temperatur, für welche de Lüc's Formel unmittelbar gelte, sey nicht $16\frac{3}{4}°$ R., sondern die Temperatur des natürlichen Frostpunkts, (das gäbe eine zu geringe Dilatation für die Wärmeänderung von 0° bis 80° R.;) und beide folgern aus ihren Versuchen, die Luft dehne sich bei Erwärmung um 1° F. stärker aus, als es de Lüc's Regel anzuzeigen scheine, nämlich nicht um 0,00207 des Luftvolums von $16\frac{3}{4}°$ R. oder um 0,00223 des Luftvolums von 0° Reaum. Wärme, sondern, nach Shuckburgh, um 0,00243, und nach Roy um 0,00269 des Luftvolums in der Frostkälte, (Angaben, die viel zu hoch sind, während de Lüc's Bestimmung der Wahrheit sehr nahe kömmt.) Auch scheinen aus diesen Gründen Trembley's und La Place's Veränderungen der de Lücschen Regel, (Rhode *üb. La Place's neue Verbess. der aus barometr. Beobacht. berechn. Berghöhen*, Halle 1803, S 22,) dieser Regel selbst schwerlich vorzuziehen zu seyn. Stimmt de Lüc's Formel nicht immer mit den Messungen überein, so liegt das wahrscheinlich eher daran, dass das Mittel aus den Temperaturen an beiden Stationen nicht immer die mittlere Temperatur der ganzen Luftschicht zwischen beiden Stationen ist, wie das nach de Lüc's Regel vorausgesetzt wird, als an dieser Regel selbst.

wird. Auch sie giebt daher ein Mittel an die Hand, um auf die Dilatation der Luft durch die Wärme zu schliessen. In Tobias Mayer's berühmter Formel für astronomische Strahlenbrechung, welche die Refraction für jeden Barometer- und Thermometerstand so nahe übereinstimmend mit der Erfahrung geben soll, dass man die Abweichungen ganz übersehn könne, *) wird für jeden Grad des Reaum. Thermometers, um welchen die Luft wärmer als 0° ist, eine Ausdehnung der Luft von 0,0046 angenommen. **) Da weder Mayer selbst über diese Formel etwas bekannt gemacht, noch sich in seinen Papieren das geringste über sie gefunden hat, so ist es nicht recht bekannt, woher er diese Bestimmung entlehnt habe. Sein Sohn, Herr Hofrath Mayer, leitet sie aus der de Lücschen Regel für Höhenmessungen durch das Barometer ab. ***) Da aber der Urheber derselben schon 1762, das ist, geraume Zeit eher starb, als de Lüc seine physikalischen Untersuchungen angefangen hatte, so können die Zahlbestimmungen in der Formel von Mayer wohl nur aus Beobachtungen der Strahlenbrechung selbst seyn abgezogen worden. Hiermit stimmt auch die Aussage bei La Caille und La

*) Joh. T. Mayer *de refractionibus astronomicis*, Altorfi 1781, p. 2.

**) *Eben daselbst*, p. 4.

***) *Eben daselbst*, p. 5.

Lande überein, daſs nach Mayer's Beobachtungen die aſtronomiſche Strahlenbrechung bei einer Lufttemperatur von 10° R. unter übrigens gleichen Umſtänden um $\frac{1}{22}$ſtel kleiner ſey als bei einer Lufttemperatur von 0° R. *) Dieſer Beſtimmung gemäſs, ſtünden die Volumina einer gegebnen Luftmenge, unter übrigens gleichen Umſtänden, bei 0° und 10° R. zu einander in dem Verhältniſſe von 21 : 22 oder von 1 : 1,0457, welches etwas zu klein iſt, wie man aus Vergleichung dieſer Beſtimmung mit dem ſieht, was S. 271 angeführt iſt. Dilatirte ſich die Luft durchgehends gleichförmig mit dem Queckſilber, ſo gäbe das eine Dilatation vom Froſt- bis zum Siedepunkte um 0,3656. Lichtenberg fand indeſs bei Mayer's Thermometer den Siedepunkt mit 82½° bezeichnet; wären bei ſeiner Angabe der Veränderung der Refraction durch die Wärme ſolche Grade zu verſtehn, ſo gäbe das unter der

*) *Eben daſ.*, p. 31, und *Hiſtoire des Mathématiques par Montucla, achevé par* La Lande, t. 4, p. 135. Herr Prof. Kramp, der dieſe Angabe Mayer's den Berechnungen in ſeiner *Analyſe des refractions* zum Grunde legt, nennt ſie p. 14 *un réſultat d'une infinité d'obſervations, faites par l'obſervateur le plus exacte et le plus infatigable de ſon ſiècle*, führt aber nicht an, was ihn hierzu berechtigt. — De Lüc ſelbſt entlehnt im zweiten Theile ſeiner Unterſuchungen über die Atmoſphäre, (S 399 der deutſchen Ueberſetzung,) die Angabe Mayer's von La Caille.

vorhin angeführten Bedingung eine Dilatation der Luft vom Frost- bis zum Siedepunkte von 0,377, welches allerdings der Wahrheit sehr nahe kömmt. La Caille nimmt eine viel geringere Veränderung der Strahlenbrechung durch die Wärme an, nämlich nur um $\frac{1}{37}$ für eine Wärmeänderung von 10° R., welches aber ohne Zweifel beträchtlich zu geringe ist. Die analytische Formel La Grange's für die Refraction gründet sich dagegen einigermaſsen auf de Lüc's Regel für Höhenbestimmungen durch das Barometer, in so fern nämlich aus ihr folgt, daſs die Wärme der Luft in höhern Stationen sich nahe nach einer arithmetischen Proportion vermindert. (*Montucla*, t. 4, p. 134.)

3.

Ungeachtet der kleinen Differenz in der Gröſsen-Bestimmung der Dilatation der Gasarten durch Wärme, stimmen die Versuche Dalton's und Gay-Lüssac's doch in der Hauptsache vollkommen überein, nämlich darin, daſs *alle Gasarten* bei gleichem Drucke und gleichem Volumen, sofern sie nur nicht mit tropfbarem Wasser in Berührung stehn, (eine Bedingung, die auch bei dem Folgenden stets vorauszusetzen ist,) durch *gleiche Erwärmung genau um gleich viel* ausgedehnt werden. Beide Physiker dehnen diese Eigenschaft selbst auf alle *Dämpfe* aus, wozu Gay-Lüssac sich durch einen directen Versuch mit Aetherdampf, Dalton durch das Verhalten der Dämpfe aller Art bei andern

Verfuchen berechtigt hält. *) Nach beiden haben daher alle elaftifchen Flüffigkeiten, unter übrigens gleichen Umftänden, durch die Wärme einerlei Expanfibilität. Das findet nicht bei den tropfbaren Flüffigkeiten ftatt. Dalton fchliefst hieraus mit Recht, dafs alfo nur die Expanfion der elaftifchen Flüffigkeiten *lediglich* von der Wärme, die der tropfbar-flüffigen Körper aber noch von andern Kräften abhängen müffe, dafs folglich nur bei elaftifchen Flüffigkeiten, unter übrigens gleichen Umftänden, das Volumen *lediglich* durch die darin enthaltene Wärmemenge beftimmt werde; daher nur fie durch ihr Volumen unmittelbar die Menge der in diefem Volumen enthaltnen Wärme anzuzeigen vermögen, nicht die tropfbaren Flüffigkeiten, die insgefammt durch die Wärme auf eine andre Art als die elaftifchen Flüffigkeiten ausgedehnt werden, und in ihrer Expanfion durch Wärme mit diefen nicht harmoniren.

Bis hierher, däucht mir, find die Schlüffe, die Dalton's Behauptungen zum Grunde liegen, fo klar, dafs man fchwerlich etwas gegen fie wird einwenden können, und auch Gay-Lüffac fcheint fie nur der Fortfetzung feiner Abhandlung vorbehalten zu haben, (*Annalen*, XII, 291.) Nun aber

*) Diefe fehr wichtigen Verfuche, von denen in den *Annalen* fchon mehrmahls die Rede gewefen ift, werde ich dem Lefer zugleich mit einer Prüfung derfelben und mit nöthigen Commentarien, nächftens im Zufammenhange vorlegen.

entsteht die Frage: *nach welchen Gesetzen hängt das Volumen der elastischen Flüssigkeiten von der in ihnen enthaltnen Wärmemenge ab?* Das führt zuerst auf die Vorstellung eines *absoluten Nullpunkts der Wärme*, oder eines möglichen gänzlichen Mangels an Wärmestoff in einer gegebnen Masse expansibler Flüssigkeit, (was aber wohl nur blosse Idee ist,) und zweitens auf Vermuthungen über ein solches Gesetz, wonach das Volumen von der absoluten Wärmemenge, (das ist, von der Wärme, sofern sie von einem absoluten Nullpunkte an gerechnet wird,) wahrscheinlich abhängen möchte.

Schon Amontons stellte, durch seine Untersuchungen über das Luftthermometer geleitet, den Satz auf, die *Wärme* sey, unter übrigens gleichen Umständen, der *Elasticität* der *Luft proportional* und lasse sich daher durch diese *messen;* *) ein Satz, bei dem indess, (wie Lambert in seiner Pyrometrie wiederholt erinnert,) nur von dem *Maasse der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft* die Rede ist. Nun aber ist die Elasticität zweier Luftmengen, die von durchaus gleicher Art und gleicher Dichtigkeit sind, dem Raume proportional, welchen gleiche Volumina von beiden einnehmen, wenn man sie unter einerlei Druck versetzt; in so fern kann also auch das Volumen, welches Luft von durchaus gleicher

*) *Découverte d'une nouvelle proprieté de l'air, touchant son ressort, et une nouvelle construction du Thermomètre. Mém. de Paris, A.* 1702, p. 1 u. 155.

Art unter einerlei Druck einnehmen würde, zum *Maasse der Wärme*, (d. h., der Kraft der Wärme in gleichartiger und gleich dichter Luft,) dienen. Daraus folgert Amontons, dass, falls die Kraft der Wärme o ist, auch die Elasticität der Wärme o seyn, und zugleich das Volumen der Luft, [wenigstens als Luft,] o werden müsse, dass also die Luft in der *absoluten Kälte* so gut als gar keinen Raum einnehmen könne, und dass überhaupt die Ausdehnung der Luft *nur von der Wärme herrühre;* *) eine Behauptung, von welcher auch Dalton ausgeht, für die indess Amontons der triftigen Gründe noch so viel nicht hatte, als der englische Physiker.

Lambert stimmt nicht nur diesen Schlüssen Amontons bei, sondern geht selbst noch weiter, indem er die Grade des Amontonsschen Luftthermometers für Grade *wahrer* oder *absoluter Wärme* ausgiebt. **) Da indess bei einem höhern Stan-

*) So stellt wenigstens Lambert in seiner Pyrometrie, S. 27 f., die Lehren von Amontons dar, welcher „der Erste ist, der alles dieses eingesehn, und schon 1702 der Pariser Akademie vordemonstrirt hat."

**) „Amontons hat eigentlich darauf gesehn," (sagt Lambert in seiner Pyrometrie, S. 105,) „dass er die *wahren Grade der Wärme* oder ihrer *Kraft in gleich dichter Luft* bestimmen konnte. Diese Absicht war unstreitig sehr wesentlich. Amontons Schlüsse sind auch sehr richtig. Wolf nahm sie bereits in seine Aerometrie auf, und auch nachher sind sie immer gebraucht worden. Nur woll-

de des Luftthermometers die Luft in der Kugel sich unter einem gröſsern Drucke befindet, und also im Verhältnisse dieses Drucks dichter seyn würde, wenn nicht die Wärme ihre Elasticität um so viel erhöhte, daſs sie dessen ungeachtet nahe bei einerlei Volumen und Dichtigkeit bleibt; — so zweifle ich, daſs gleich groſse Grade des Luftthermometers wirklich gleiche Zunahmen der Elasticität in gleich

te man den Schluſs von Graden der Wärme in der Luft auf Grade der Wärme überhaupt nicht so unbedingt gelten lassen." Und Pyrometrie S. 54: „Indem man Thermometerscalen suchte, die nicht bloſs den Grad der Ausdehnung, sondern die *eigentlichen Grade der Wärme* anzeigen sollten, vergaſs man, daſs man das bereits am Amontonsschen Luftthermometer hatte. Bei der Wärme kommt es auf die *Menge*, die *Dichtigkeit*, die *Kraft* der Feuertheilchen an, und diese drei Stücke sind in verschiednen Körpern so sehr verschieden, daſs man auf jedes besonders Rücksicht nehmen muſs. Nun war man schon gewohnt, zu urtheilen, daſs z. B. verschiedne Materien einerlei Grad von Wärme haben, wenn ein Thermometer in ihnen einerlei Grad der Ausdehnung anzeigt; es konnte daher hier nur *von der Kraft der Wärme* die Rede seyn, welche in wärmern Körpern gröſser ist, und macht, daſs die Wärme sich aus ihnen in die minder warmen zieht, bis beide gleich warm sind. Und das *Maaſs dieser Kraft in gleich dichter Luft* ist durch den Amontonsschen Lehrsatz sehr gut und richtig bestimmt. So hatte man also wirklich schon das *wahre Maaſs von den Graden der Wärme*."

dichter Luft, (und nicht vielmehr in Luft, deren Dichtigkeit dem Stande des Luftthermometers selbst proportional ist,) anzeigen. Und ist das, so können sie wohl nicht so geradezu als wahres Maass der Kraft der Wärme angesehn werden. So wie bei gleicher Dichtigkeit die Kraft der Wärme der Elasticität der Luft proportional ist, so scheint bei gleicher Elasticität, aber ungleicher Dichtigkeit der Luft, die Kraft der Wärme um so grösser zu seyn, je dünner die Luft ist, da dann $W = \frac{E}{D}$ oder die Kraft der Wärme direct der absoluten Elasticität und indirect der Dichtigkeit der Luft proportional seyn würde. Diesem Gesetze gemäss müsste das Luftthermometer, wie es mir scheint, graduirt seyn, sollte es in der That *wahre Grade der Wärme* oder vielmehr der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft anzeigen, und nur mittelst dieses Gesetzes liessen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit Rechnungen über den *absoluten Nullpunkt der Wärme* anstellen, den einige sehr fälschlich, Amontons Lehrsatze gemäss, 422° F. unter dem Frostpunkte suchen zu dürfen geglaubt haben. *)

Dieses Gesetz beträfe indess doch immer nur die *Kraft der Wärme*, nicht die *Menge der Wärme* in einem gegebnen Luftraume. Wie diese beiden Momente von einander abhängen, darüber stellt Dalton eine Hypothese auf, welche für die Pyro-

*) Siehe Prof. Lempe's Beitrag zur Aerometrie in Gren's *Journal der Physik*, B. 7, S. 172.

metrie höchst wichtig werden würde, wenn sie sich durchgängig bestätigen sollte, um so mehr, da sie sehr einfach ist und, so viel ich weiss, noch kein Physiker Vermuthungen über diese Sache gewagt hat. Die Menge der Wärme in einer gegebnen Luftmasse, die unter einem gegebnen Drucke steht, glaubt er, müsse nach der Repulsivkraft geschätzt werden, welche jedes Lufttheilchen, (folglich auch das ganze Luftvolum,) unter gleichen Umständen äussert, und diese Repulsivkraft müsse, weil sie linear ist, der *Kubikwurzel* aus den ähnlichen körperlichen Räumen, welche die zu jedem Lufttheilchen gehörige Wärmemenge unter gleichem Drucke einnehme, (also auch der Kubikwurzel aus dem gesammten Luftvolum,) proportional seyn. Da Dalton selbst im folgenden Aufsatze uns von dieser Hypothese, und von dem wahren Maasse und dem absoluten Nullpunkte der Wärme unterhält, in so fern beide durch seine Hypothese bestimmt werden, auch wahrscheinlich noch mehrmahls darauf zurückkommen wird, so lasse ich mich hier in kein weiteres Detail über alles dieses ein; es ist mir genug, wenn diese Ueberlegungen den Leser für die folgereichen Speculationen Dalton's mehr interessiren.

III.

Ueber den absoluten Nullpunkt der Wärme und verwandte Betrachtungen.

Aus einem Briefe von John Dalton. *)

Manchester den 20sten April 1803.

In meinem Versuche über die Ausdehnung der elastischen Flüssigkeiten durch die Wärme, [*Annalen*, XII, 316,] stellte ich die Hypothese auf: „die Repulsivkraft jedes Gastheilchens sey, bei einem „gegebnen unveränderlichen Drucke, genau proportional der ganzen Wärmemenge, die mit dem Theilchen verbunden ist." Nun hatte ich gefunden, dass jede elastische Flüssigkeit, die bei 55° F. Wärme einen Raum von 1000 Theilen einnimmt, sich bei einer Erwärmung bis auf 212° F., unter gleich bleibendem Drucke, bis zu einem Volumen von 1325 Theilen ausdehnt. Es müsste daher, unter jener Hypothese, die Wärmemenge in Luft von 55° sich verhalten zu der Wärmemenge in derselben Luft bei 212°, wie $\sqrt[3]{1000} : \sqrt[3]{1325}$ oder wie 1 : 1,0983446, woraus folgen würde, dass das *absolute Null der Wärme* 1573° F. unter dem natürlichen Frostpunkte liegt. **)

*) Nicholson's *Journal*, Vol. 5, p. 34. *d. H.*

**) So ist diese Bestimmung in den *Annalen*, XII, 316, zu verbessern, wo Dalton diesen Nullpunkt nur

Hiergegen wendet ein ungenannter Correfpondent in Nicholfon's *Journal*, Vol. 4, p. 221, Folgendes ein: Da fich, meiner Beftimmung nach, die Luft während der erften $78\frac{1}{2}°$ von 55° bis 212° des Fahrenh. Queckfilberthermometers, um 0,167, während der übrigen $78\frac{1}{2}°$ aber nur um 0,158 ausdehne; fo erhalte man, wenn man diefe Data zum Grunde lege und *nach meiner Hypothefe* rechne, zwei andre abfolute Nullpunkte der Wärme, nämlich 1714° und 1486° unter dem Gefrierpunkte des Waffers. Und diefe widerftreitenden Refultate, meint er, widerlegten entweder meine Hypothefe, oder fchienen gegen die Genauigkeit meiner Verfuche zu zeugen. — Er erlaube mir indefs, zu bemerken, dafs die beiden letztern Refultate *nicht* aus meiner Hypothefe abgeleitet find, fondern vielmehr aus einer andern, welche mit ihr gänzlich unvereinbar ift, nämlich der, dafs das Queckfilberthermometer ein genauer Wärmemeffer fey. Wenn, wie meine Hypothefe ausfagt, die wahre Temperatur den Kubikwurzeln der Luftvoluminum proportional ift, fo müfste ein Thermometer, das glei-

che

ungefähr, nach dem Verhältniffe von 10 : 11, berechnete, und daher 1547° ftatt 1573° erhielt. *Eben dafelbft*, S. 398, ift 1588° ftatt 1598° zu fetzen. Die Beftimmungen diefes Nullpunkts aus der Dilatation der Luft durch Wärme von 55° bis 212° nach Dalton, und von 32° bis 212° nach Gay-Lüffac kommen alfo einander ziemlich nahe. *d. H.*

che Zunahmen von Wärme durch seine Grade anzeigte, und übrigens nach Fahrenheit's Art eingetheilt wäre, auf 139,5° stehen, wenn das Fahrenh. Quecksilber-Thermometer auf $133\frac{1}{2}$° steht.

Ehe sich über den Werth meiner Hypothese entscheiden läſst, müssen wir einen völlig richtigen Wärmemesser haben, der uns gleiche Veränderungen der Wärme angiebt. Ein solcher ist das nach gleichen Theilen graduirte Quecksilber-Thermometer keineswegs. De Lüc hat gezeigt, dass das wahre Mittel zwischen der Frost- und Siedewärme einige Grade unter 122° $\left(= \frac{32 + 212}{2}\right)$ dieser Scale liegt. Selbst Dr. Crawford, der offenbar unter allen das gröſste Verlangen hatte, im Quecksilber-Thermometer einen genauen Wärmemesser zu finden, zog aus einer Menge von Versuchen, die alle dahin übereinstimmten, daſs das Quecksilber in hohen Temperaturen sich stärker als in niedern ausdehne, den Schluſs, das Quecksilber-Thermometer sey *beinahe* ein genauer Wärmemesser. *) Nun aber ist dargethan worden, daſs alle elastischen Flüssigkeiten einerlei Gesetz der Expansion durch Wärme, so wie auch bei Verminderung des Drucks befolgen. Warum sollte nicht auch dasselbe bei tropfbaren Flüssigkeiten statt finden?

Ich hoffe binnen kurzem im Stande zu seyn, zu beweisen, daſs *Wasser* und *Quecksilber*, jedes von

*) Man vergleiche hiermit S. 273. d. H.

seinem Frostpunkte an, bis zu seinem Siedepunkte hinauf, in dem Gesetze oder dem Verhältnisse, nach welchem sie sich ausdehnen, genau übereinstimmen. Und doch findet gerade zwischen diesen beiden Flüssigkeiten, dem Anscheine nach, die gröfste Verschiedenheit statt. In der That würde es eine beispiellose Anomalie, und mit der Einfachheit der übrigen Naturgesetze unvereinbar seyn, wenn das Quecksilber allein eine Ausnahme von einem allgemeinen Gesetze machen sollte, nach welchem sich alle andern tropfbaren Flüssigkeiten ausdehnen, *nicht gleichförmig*, sondern *zunehmend*, bei gleichen Incrementen von Wärme.

Die Wahrheit ist, wie ich glaube, dafs dieselbe Menge von Wärme, welche das Quecksilber-Thermometer um den Gefrierpunkt (des Wassers) um 2° steigen macht, es um den Siedepunkt 3° ansteigen macht. Ein Quecksilber-Thermometer, das nach meiner Hypothese graduirt würde, nach welcher die Incremente von Wärme sich wie die Kubikwurzeln der manometrischen Räume verhalten, (eine Gradation, welche von der gewöhnlichen nach gleichen Theilen, innerhalb der 180° vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers nirgends über 7° abwiche,) würde, so viel ich einsehe, bei Vermischung von warmen und kaltem Wasser in allen Fällen die wahre mittlere Temperatur angeben; wenigstens bin ich bis jetzt noch

nicht im Stande gewesen, die geringste Abweichung aufzufinden. *)

Was den Widerstreit betrifft, den Seguin in den Resultaten der Versuche zur Bestimmung des wahren Nullpunkts der Wärme findet, **) so kann dieser aus einer irrigen Theorie oder aus irrigen Versuchen entspringen. Ich bin geneigt, das letztere

*) Schon Renaldini schlug vor, durch Mischungen von kaltem und siedendem Wasser nach stufenweise fortgehenden Verhältnissen die Weingeist-Thermometer zu graduiren, um eine Scale nach stufenweise fortgehenden Wärmegraden zu erhalten, weil es sehr zweifelhaft sey, ob auch die eigentlichen Grade der Wärme den Graden der Ausdehnung des Weingeistes wirklich proportional sind, (Lambert's *Pyrometrie*, S. 52.) Hätte Renaldini diesen Vorschlag ausgeführt, so wäre also vielleicht schon damahls eine mit der von Dalton empfohlnen Scale völlig übereinstimmende üblich geworden. *d. H.*

**) *Second Mémoire sur le Calorique par Seguin*, (*Annales de Chimie*, t. 5, p. 231,) *Chap.* 6, *Observations sur la déterm. du zéro réel.* Der Correspondent in Nicholson's *Journal* zieht aus dem Aufsatze Seguin's folgende Bestimmungen des absoluten Nullpunktes der Wärme, in Fahrenheitische Grade *unter* dem Gefrierpunkte des Wassers, (+ 32° F.,) aus, die, zufolge des bekannten Theorems des Dr. Irvine in Glasgow, aus den verschiednen Versuchen berechnet seyn sollen. Nach den Versuchen Lavoisier's und La Place's mit einer Mischung

zu glauben. Die Wärmelehre, wie Dr. Irvine und Dr. Crawford sie vorgetragen haben, verglichen mit der jetzt herrschenden, doch, wie ich glaube, ungegründeten Unterscheidung zwischen *gebundener* und *ungebundener* oder freier Wärme, scheint mir so außerordentlich viel einfacher zu seyn, daß es mir sehr leid thun würde, sie aufgeben zu müssen; nur deutliche Beweise, daß sie mit den Phänomenen unvereinbar ist, könnten mich dazu bewegen. *)

aus 9 Th. Wasser und 16 Th. gebr. Kalk		$3458\frac{1}{4}$
aus 4 Th. Schwefelsäure und 3 Th. Wasser		$7292\frac{1}{4}$
aus 4 Th. Schwefelsäure und 5 Th. Wasser		$2630\frac{1}{4}$
Nach Lavoisier's Verbrennung	des Phosphors	$1894\frac{1}{2}$
	der Kohle	2709
	des Wasserstoffgas	$1662\frac{3}{4}$
Nach Crawford's Verbrennung des Wasserstoffgas		1532
Wenn, wie Kirwan fand, die Capacitäten von Wasser und Eis sich verhalten wie 1 : 0,9		1350

Der Correspondent glaubt, hieraus folge zum mindesten, daß Dr. Irvine's Voraussetzung falsch sey. *d. H.*

*) Eine Aeußerung, die sich wahrscheinlich auf Henry's Aufsatz über die Wärmelehre bezieht, den die Leser aus den *Annalen*, XII, 552, (vergl. S. 563 f.,) kennen. *d. H.*

IV.

VERSUCHE

über die Ausdehnung des Waſſers durch Wärme,

von

JOHN DALTON,
in Mancheſter. *)

Um *erſtens* den Wärmegrad, bei welchem Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat, und *zweitens* die Ausdehnung des Waſſers von dieſer Temperatur an herabwärts, bis es friert, mit möglichſter Genauigkeit zu beſtimmen, bediente ich mich einer Thermometerröhre mit angeblaſner Kugel, die, wäre ſie zu einem Queckſilberthermometer vorgerichtet worden, eine Scale von vollen 10 Zollen vom Froſt- bis zum Siedepunkte gegeben haben würde. In dieſe füllte ich reines Waſſer, und graduirte dieſe Art von Waſſerthermometer nach einem genauen Queckſilberthermometer, indem ich beide in ein Gefäſs voll Waſſer ſetzte, worin das Waſſer umgerührt wurde, und ſo mit Waſſer von verſchiednen Temperaturen verfuhr. Da bekannter Maſsen Waſſer ſich nicht im Verhältniſſe der Erwärmung

*) Aus ſeiner im Jahre 1799 geſchriebnen Abhandlung über die Kraft der Flüſſigkeiten, Wärme zu leiten, *Mem. of Mancheſter*, V. 5, P. 2, p. 374; ſiehe oben S. 184, Anm. *d. H.*

ausdehnt, so giebt es nicht, gleich dem Quecksilber, eine Scale von gleichen Theilen.

Durch wiederhohlte Versuche, die in ihren Resultaten übereinstimmen, finde ich, dass sich das Wasserthermometer in dem niedrigsten Stande, dessen es fähig ist, bei $42\frac{1}{2}°$ des Fahrenh. Quecksilberthermometers befindet, und dass folglich Wasser bei dieser Temperatur die gröfste Dichtigkeit hat. Von $41°$ bis $44°$ einschliesslich, ist die Veränderung in der Ausdehnung des Wassers so geringe, dass sie nur eben noch an der Scale bemerkbar war; unter $41°$ herab und über $44°$ hinauf nimmt sie dagegen nach wachsenden Verhältnissen zu, und bei $32°$ betrug sie schon $\frac{1}{8}$ Zoll, oder ungefähr $\frac{1}{160}$ der ganzen Ausdehnung von $42,5°$ bis $212°$ oder dem Siedepunkte.

Bei dieser Untersuchung zog besonders der Umstand meine Aufmerksamkeit auf sich, dass die Ausdehnung des Wassers für gleich viel Grade vom Punkte der gröfsten Dichtigkeit an gerechnet, gleich viel ob sie oberhalb oder unterhalb desselben lagen, immer gleich grofs war. So z. B. fand ich, dass die Zunahme der Ausdehnung bei $32°$ genau so grofs war als bei $53°$; jene Temperatur ist $10\frac{1}{2}°$ geringer, und diese genau $10\frac{1}{2}°$ gröfser als $42\frac{1}{2}°$. Dasselbe fand für alle Zwischengrade nach beiden Seiten zu statt. Stand daher das Wasserthermometer auf $53°$, so liess sich, ohne dass man Gründe anders woher genommen hätte, nicht ausmachen, ob die Temperatur wirklich $53°$ oder $32°$ war.

Ich erinnerte mich aus den *Philos. Transactions* einiger Versuche des Dr. Blagden, in denen Wasser bis auf 22° oder 21° herab erkältet worden war, ohne zu frieren. Voll Begierde, zu sehn, ob dieses Gesetz der Ausdehnung auch unter den Frostpunkt herab, bis zum Frieren des Wassers gelte, wagte ich das Wasserthermometer daran, und tauchte es, (nachdem es zuvor bis zum Frostpunkte erkältet war, also auf 32° = 53° stand,) in eine Frostmischung aus Schnee und Salz, deren Temperatur ungefähr 25° unter dem Gefrierpunkte war, in der Erwartung, die Kugel werde, wenn das Frieren plötzlich eintritt, zersprengt werden. Es stieg anfangs langsam, dann aber mit zunehmender Geschwindigkeit über 60° und 70° hinaus. Nun zog ich es aus der Frostmischung, um zu sehn, ob in der Kugel Eis wäre, sie war aber noch vollkommen durchsichtig. Ich tauchte es daher wieder hinein und es stieg wie zuvor bis auf 75°; dann aber sprang es in einem Augenblicke bis auf 128°, und da ich es in diesem Augenblicke heraushob, erschien die Kugel weiss und durchsichtig, indem nun das Wasser gefroren war. Glücklicher Weise war die Kugel nicht geplatzt, auch nichts von der Flüssigkeit, die auf den höchsten Punkt der Scale stieg, durch die oben offne Röhre herausgespritzt worden. Als ich die Kugel in die Hand nahm, schmolz das Eis, und das Wasser nahm bei gleicher Wärme genau wieder einen gleichen Stand wie zuvor an.

Ich wiederhohlte diesen Versuch mit verschiednen Abänderungen, unter Verlust einiger Wasserthermometer. Aus ihnen ergab sich, daſs Wasser unter solchen Umständen nicht bloſs bis auf 21°, sondern bis auf 5° oder 6° F. erkältet werden kann, *ohne zu frieren*, und daſs das obige Gesetz der Ausdehnung in allen Theilen der Scale gilt, von $42\frac{1}{2}$° bis 10° und tiefer herab, so daſs Wasser von 10° F. und von 75° F. Wärme dieselbe Dichtigkeit hat.

Doch, die Entdeckung dieses merkwürdigen Gesetzes, und diese bisher unbekannte Eigenschaft des Wassers, gehören nicht eigentlich hierher, daher ich für jetzt davon abbreche. — —

V.

Von den Methoden, die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch Wärme zu bestimmen,

von

G. G. Hällström,

Professor der Physik zu Abo. *)

Mehrere Physiker behaupten, die gröfste Verdichtung und das gröfste specifische Gewicht des Wassers habe bei + 5° Temperatur, nach Celsius Thermometer, [4° R. oder 41° F.,] statt, und nehme mit erhöhter und verringerter Temperatur ab. **) Die Versuche zum Beweise dieses Gesetzes sind auf zwei verschiedne Arten angestellt worden. De Lüc schloss Wasser in eine Thermometerröhre ein, und verglich die Ausdehnung desselben in verschiednen Temperaturen mit der Aus-

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droysen in Greifswalde aus der *Dissertatio physica de methodis inveniendi dilatationes liquidarum a calorico. Praes.* Hällström, *Phys. Prof.*, *Resp.* Palander. *Aboae* 1801. *d. H.*

**) De Lüc *über die Atmosphäre*, T. 1, p. 439; Blagden, *Philos. Transact.*, Vol. 73, p. 311. — Schmidt in Gren's *Neuem Journal der Physik*, B. 1, S. 228. Lefevre-Guineau, *Journal de Phys.*, T. VI, p. 169. — Graf Rumford, *Annalen*, B. 1, St. 2, S. 239. *H.*

dehnung des Quecksilbers. Schmidt und Lefevre-Guineau beobachteten die Veränderungen des specifischen Gewichts erwärmter Flüssigkeiten, und fanden so die Dichtigkeiten der Flüssigkeiten in den verschiednen Temperaturen durch Hülfe eines eingetauchten gläsernen Körpers. Hierbei wurde die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Glases, welches im ersten Falle das Wasser einschloss, im letztern vom Wasser umgeben wurde, vernachlässigt. Deshalb hält es Prony,*) Monge's Meinung gemäss, für wahrscheinlich, dass der Raum des Wassers vom Siede- bis zum Gefrierpunkte herunter, sich in der That immerfort vermindere, und erst hier die Verminderung aufhöre; dass aber die Verdichtung des Glases, worin sich das Wasser befindet, zunehme, und dass es bloss daher komme, dass der Raum des Wassers über dem Gefrierpunkte am geringsten scheine. Nicholson scheint auch zu glauben, dass auf die erwähnte Weise nicht bestimmt werden könne, ob das Wasser einige Grade über dem Gefrierpunkte am meisten verdichtet sey, und behauptet, dass Graf Rumford's Versuch der einzige sey, woraus dies abgeleitet werden könne.**) Von Arnim erklärt dies auf eine andre Weise, und behauptet, dass der Unterschied der Ausdehnung des Glases und Wassers sowohl

*) Neue *Architectura hydraulica* von Prony, übers. v. Langsdorf, 1794, Th. 1, B. 1, S. 280, Note. *H.*

**) *Annalen*, 1799, B. 2, St. 3, S. 281. *H.*

nach de Lüc's als Schmidt's Methode erhalten werden könne, und fügt hinzu, daſs vielleicht die Verdichtung des Glases gleichförmig sey, die des Wassers aber immer mehr und mehr abnehme, und befürchtet so eine eben so irrige Folgerung aus diesen Versuchen, als die war, worein man ehemahls, bei den ersten Beobachtungen der verminderten Höhe des Quecksilbers im Thermometer, wenn man es plötzlich in warmes Wasser tauchte, gerieth. *)

Der wichtigen Folgerungen **) wegen verdient die Sache Aufmerksamkeit; und da es den angeführten Versuchen zum Tadel gereicht, daſs in ihnen die *Ausdehnung des Glases durch die Wärme* so klein angenommen ist, daſs sie gar nicht in Betracht gezogen wird, so schien es nothwendig, die Wirkung dieser Ausdehnung in den angestellten Versuchen zu berechnen.

Wenn der Raum des Glases durch eindringende Wärme vermehrt wird, so geschieht die Ausdehnung nach allen Seiten, so daſs, wenn eine Dimension bei der Temperatur des gefrierenden Wassers a Theile hat, bei m° Temperatur, (immer Celsius Thermometer verstanden,) diese durch die Wärme ausgedehnte Dimension, die Länge $\left(1 + \frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right) a$ hat. ***)

*) Siehe *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *H.*

**) S. *Ann.*, B. 1, St. 2, S. 214; St. 4, S. 436. *H.*

***) Nach einer andern Dissertation: *De interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calorico,*

Nun ist nur zu untersuchen, wie diese Ausdehnung die Capacität eines gläsernen Cylinders oder einer gläsernen Kugel verändert. Zwar behauptet Leutmann,*) durch die Ausdehnung des Glases werde der äussere Theil der Kugel weiter, der innere enger; und bei der Zusammenziehung geschehe das Gegentheil, die innere Seite werde erweitert, die äussere verengert. Dies zeigt sich bei genauerer Untersuchung aber als falsch. Man denke sich einen gläsernen Cylinder, dessen cylindrische Höhlung eine Achse hat, die mit der Achse des Cylinders zusammenfällt, und der durch eine auf der Achse senkrechte Ebene durchschnitten wird. Die Durchschnitte dieser Ebene sind concentrische Kreise und die Ausdehnung muss als in der Peripherie dieser Kreise enthalten angesehen werden.

Es sey in der Temperatur des gefrierenden Wassers der Radius des grössern Kreises $= R$, des kleinern $= r$, und das Verhältniss der Peripherie zum Radius $\pi : 1$; so wird die Peripherie des grössern Kreises $= 2\,\pi\,R$; bei m^{o} Wärme $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)\pi R$, und also der Radius derselben $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right) R$, wobin auch das

Hällström. Snellmann. Aboae, 1801. worin der Verf. aus de Lüc's Beobachtungen in den Philos. Transact., Vol. 68, 1778, P. 1, p. 478, durch Rechnung diese Formel gefunden hat. D.

*) Comment. A. S. imp. Petrop., T. IV, 1729, p. 220. H.

Glas in diesem Verhältnisse ausgedehnt werden mag. Daher wird auch die Länge des gläsernen Ringes, welche bei $0^\circ = R - r$ war, bei einer Erwärmung bis auf m° in folgende $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)(R - r)$ verwandelt. Wird diese vom Radius des äussern ausgedehnten Kreises abgezogen, so bleibt der Radius des innern Kreises, nach der Ausdehnung, übrig $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r$, worein durch die Ausdehnung des Glases der Radius der innern Höhle $= r$ verwandelt ist. Diesem Radius aber entspricht die Peripherie $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)\pi r$, welche Länge also die Peripherie des innern Kreises durch die Ausdehnung des Glases erhalten hat. Dasselbe gilt aber von allen Durchschnitten, die senkrecht auf der Länge des Cylinders stehen; daher muss, so lange m positiv genommen wird, das heisst, so lange m Wärmegrade des Thermometers bedeutet, die Grösse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ positiv, und also $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r > r$ seyn. Ferner erhellet hieraus, dass die Weite des Cylinders immer wachse, wenn die Wände desselben durch die Wärme ausgedehnt werden. Wenn hingegen m negativ geworden ist, (also Grade der Kälte bedeutet,) so ist die Grösse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ immer negativ, und also $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r < r$. Es wird also die Weite des Cylinders immer verengert, sobald die Wän-

de durch die Kälte verdichtet werden. Was aber die Länge des Cylinders betrifft, so muss sie, wenn sie bei o° $= a$ ist, bei m° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) a$ seyn.

Nach diesen Voraussetzungen kommen wir nun zur Bestimmung des Inhalts der *cylindrischen Höhlung* nach der Ausdehnung oder Zusammenziehung. Es ist nämlich der Radius der Höhlung nach der Ausdehnung $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r$, und also der Flächeninhalt $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^2 \pi r^2$. Diese mit der Länge des ganzen Cylinders $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) a$ multiplicirt, giebt die Weite der ganzen Höhlung $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$. Daraus ergiebt sich, dass sich die Weite des Cylinders in der Temperatur des gefrierenden Wassers zu seiner Weite bei m° Wärme verhalte $= \pi a r^2 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$, das ist, $= 1 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3$.

Wenn eine *hohle gläserne Kugel* durch eine Ebene, die durch den Mittelpunkt geht, geschnitten wird, so giebt der Durchschnitt einen Ring zwischen 2 concentrischen Kreisen. Setzen wir den Radius des innern Kreises bei o° Temperatur $= \rho$, so wird dessen Länge nach der Ausdehnung des Glases durch m° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) \rho$. Es

mufs fich alfo die Capacität der Kugel bei 0° Temperatur, zu der bei m° Wärme verhalten, wie $\varrho^3 : \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^3 \varrho^3$, das ift, wie $1 : \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^3$. Nach diefem Verhältniffe wird die Capacität durch Grade der Wärme vermehrt, durch Grade der Kälte vermindert.

Es fei nun bei 0° Temperatur der Raum einer in einem thermometrifchen Gefäfse eingefchlofsnen Flüffigkeit $= c^3$, und fie fülle die Kugel und die Länge der cylindrifchen Röhre a völlig aus; fo wird $c^3 = \frac{4}{3}\pi\varrho^3 + \pi a r^2$. Man nehme ferner an, dafs c^3 bei m° Wärme fo zugenommen habe, dafs das Volumen der Flüffigkeit nun $= (1 + \gamma)^3\,c^3$ fey, und zugleich mögen fich die gläfernen Wände ausgedehnt haben. Setzen wir endlich noch $n = \left(\frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)$ und die bei m° Wärme beobachtete Länge der Flüffigkeit $= a'$: fo ift dann $(1 + \gamma)^3\,c^3 = \frac{4}{3}(1 + n)^3\,\pi\varrho^3 + (1 + n)^2\,\pi a' r^2$; folglich $(1 + \gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(1 + n)^3\,\pi\varrho^3 + (1 + n)^2\,\pi a r^2}{c^3}$; oder, wenn für c^3 das Volumen, welches die Flüffigkeit bei 0° Wärme einnimmt, fubftituirt wird, $(1 + \gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(3 + n)^3\,\varrho^3 + (1 + n)^2 a' r^2}{\frac{4}{3}\varrho^3 + a' r^2}$. Da für jede Temperatur von m° die Gröfse n gegeben ift, fo ift auch, wenn einmahl die Halbmeffer ϱ und r beftimmt und die Längen a und a' gemeffen find, alles zur rechten Seite des Gleichheitszeichens bekannt, und man findet daher aus diefer Gleichung

die Grösse $(1 + \gamma)^3$, welche die Ausdehnung der Flüssigkeit giebt.

Jetzt bleibt nur noch zu untersuchen übrig, was die Ausdehnung des Glases bei der zweiten Methode, bei der die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten bestimmt werden, für Einfluss habe. Es sey bei 0° Temperatur der Raum des Glases $= c^3$, und der Gewichtsverlust des Glases in der Flüssigkeit $= p$. Nun ist, wie wir gesehen haben, das Volumen des Glases bei m^0 Wärme $= (1 + n)^3 c^3$. Man setze daher das Volumen der Flüssigkeit, deren Raum bei $0^0 = c^3$ war, bei $m^0 = (1 + \chi)^3 c^3$. Da nun der Gewichtsverlust eines Körpers, dessen Volumen unverändert bleibt, in Flüssigkeiten, den Dichtigkeiten dieser Flüssigkeiten proportional ist, diese Dichtigkeiten aber, bei einer Flüssigkeit, die erwärmt wird, im umgekehrten Verhältnisse ihres Volums stehn; so muss sich verhalten $(1 + \gamma)^3 : 1 = p : \frac{p}{(1 + \gamma)^3}$, und der letztere Ausdruck giebt den Gewichtsverlust eines solchen Körpers in der bis m^0 erwärmten Flüssigkeit. Wird nun aber auch das Volumen des eingetauchten Körpers selbst durch die Wärme vermehrt, so muss der Gewichtsverlust desselben in beiden Zuständen in derselben Flüssigkeit im geraden Verhältnisse der Räume stehen; und wenn also diese Gewichtsverringerung $= p'$ ist, so wird in der ausgedehnten Flüssigkeit seyn $1 : (1 + n)^3 = \frac{p}{(1 + \gamma)^3} : p'$, also

$p' =$

$p' = \frac{(1+n)^3 p}{(1+\gamma)^3}$. Daraus erhalten wir denn endlich

$$(1+\gamma)^3 = (1+n)^3 \cdot \frac{p}{p'} = \left(1 + \frac{(525 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \cdot \frac{p}{p'}.$$

Man sieht hieraus, daſs auf beiden Wegen die wahre Ausdehnung und Dichtigkeit einer Flüssigkeit bei verschiednen Temperaturen gefunden werden kann, und es scheint mir daher, daſs beide Methoden geschickt sind, zu untersuchen, ob das Wasser bei + 5° Temperatur wirklich die gröſste Dichtigkeit habe. Die Irrthümer, durch die Ausdehnung der gläsernen Instrumente, welche von Arnim befürchtet, lassen sich, den hier gegebnen Formeln gemäſs, leicht durch Rechnung entdecken und verbessern. Das aus 2 Thermometerröhren mit gemeinschaftlicher Kugel bestehende Instrument aber, welches von Arnim angiebt und von diesen Fehlern frei glaubt, *) (die eine Röhre mit der halben Kugel soll mit Quecksilber, die andre und die übrige Hälfte der Kugel mit Wasser gefüllt seyn,) scheint mir dagegen nicht ohne genaue Correction der Beobachtungen zu empfehlen zu seyn.

*) *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *d. H.*

VI.

Einige pyrometrische Versuche,

von

Dr. Joh. Ant. Schmidtmüller,
in Erlangen. *).

Zum Behufe mehrerer Untersuchungen in der Pyrometrie und deren Anwendung, selbst zu einer bessern Bearbeitung der Theorie von Wärme und Licht, würde es gewiss sehr nützlich seyn, wenn man mittelst mehrerer Versuche bestimmte, in welchem Verhältnisse Körper, unter gleichen Umständen, stärker und schneller von dem Sonnenlichte erwärmt werden. Da es hierüber noch an Versuchen fehlt, so glaube ich, wird folgender, wenn auch nur kleiner Beitrag nicht unwillkommen seyn. Die Veränderung meiner Lage und Umstände machte mir eine weitere Fortsetzung derselben fürs erste unmöglich. Vielleicht sind diese, wenn auch nur wenigen Versuche einem andern, der mehr Musse hat als ich, und sie unter ähnlichen Bedingungen fortsetzen will, doch ein *actus labor iucundus*, was mich freuen würde, wenn ichs vernehmen sollte.

Die untersuchten *Holzarten* waren alle so dürr, als sie seyn konnten, indem sie schon seit mehrern

*) Diese Versuche wurden im Jahre 1801 angestellt; dass sie erst jetzt und an dieser Stelle in den *Annalen* erscheinen, wird ihnen nicht zum Nachtheile gereichen. *d. H.*

Jahren mit vielen andern an einem ſehr trocknen Orte waren aufbewahrt worden.

Um das Thermometer mit denſelben in die möglichſte Berührung bringen zu können, wurden ſie zu feinen Spänen geraſpelt. Dieſe Späne füllte ich in Käſtchen 2 Zoll ins Gevierte, welche aus denſelben Holzarten bereitet waren, und deren Wände die Dicke von 2 Linien hatten.

Die erſte in dieſer Beſchaffenheit unterſuchte Holzart war die *Weiſsbuche*, (*Carpinus Betulus L.*,) die bekanntlich unter den harten Hölzern zu dem beſten Brennholze gehört, und eine vortreffliche Kohle giebt, welche die ſtärkſte Hitze ſehr lange aushält. Ich wollte das Holz erſt ſo viel möglich erkälten, theils um dabei die Abnahme der Wärme deſſelben zu beobachten, theils um nachher in der ziemlich beträchtlichen Sonnenwärme die progreſſive Erwärmung deſſelben deſto auffallender bemerken zu können. Ich brachte alſo das mit den nämlichen Spänen gefüllte Käſtchen in ein andres gleich groſses von dünnem Eiſenbleche, und ſtellte ſo das Ganze an einem kühlen Orte, wo die äuſsere Temperatur 12½° Reaum. war, in Eis. Beim Anfange der Beobachtungen zeigte das in die Späne geſetzte Reaumürſche Thermometer + 10°.

nach	1′	1½′	3′	5′	7′	9′	10′	11½′	17½′	19′	20½′	23′
	9½°	9°	8½°	8°	7½°	7°	6½°	6°	5°	4¾°	4½°	4°

Nach einer Stunde war endlich die Temperatur dieſes Holzes auf 2° herabgekommen, tiefer war ſie aber bei dieſen äuſsern Umſtänden nicht herabzubringen.

U 2

Ich nahm demnach das Holzkästchen aus dem Bleche und Eise, als das in demselben befindliche Thermometer schon wieder um $\frac{1}{2}$°, also zu $2\frac{1}{2}$° gestiegen war, und brachte es in die Sonne. Es war 1 Uhr Mittags, ein hübscher, nur wenig windiger Maitag, wo ein andres Thermometer im Freien $22\frac{1}{2}$° zeigte. Als ich zu beobachten beginnen konnte, war die Temperatur des Holzes schon zu 4° erhöht. Das Thermometer stand also zuerst auf + 4°. Folgendes waren die Zeiten, in welchen es von Anfang der Beobachtung an von Grad zu Grad stieg.

auf 5°	nach $2\frac{1}{3}$'	auf 12°	nach 12'	auf 19°	nach 28'
6	$3\frac{3}{4}$	13	$13\frac{1}{2}$	20	$32\frac{1}{2}$
7	5	14	$15\frac{1}{4}$	21	37
8	$6\frac{1}{3}$	15	17	$21\frac{1}{2}$	42
9	8	16	19	22	47
10	9	17	22	$22\frac{1}{3}$	53
11	$10\frac{1}{3}$	18	25	$22\frac{1}{2}$	58

Erst als nach ein paar Stunden die äussere Temperatur um ein weniges war erhöht worden, stieg das in den Spänen, im Kästchen vergrabne Thermometer auf 23°.

Hierauf brachte ich das hölzerne Kästchen wieder in das Kästchen von Blech, und stellte das Ganze in Wasser, dessen Temperatur $8\frac{1}{2}$° war, und das ich durch öfteres Zugiessen kältern Wassers in dieser Kälte erhielt. Die Temperatur des Holzes war schon auf 22° gesunken, als ich die Beobachtung anfangen konnte. Sie sank dann

nach	2'	4'	6'
auf	21°	20°	19°

Ein unvermuthetes Hindernifs unterbrach hier die Beobachtung.

Auf gleiche Weife zubereitetes *Kirfchbaumholz*, (*Prunus cerafus L.*,) gab folgende Refultate bei derfelben Unterfuchungsweife:

Thermometerftand in d. Sonne	Thermometerftand im Holze.	Nach	Thermometerftand in d. Sonne	Thermometerftand im Holze.	Nach
30° R.	15°	0′	30°	24°	26′
	16	2′	28	25	31¾
31	17	3½		25½	39
	18	5¼	29	26	49½
32	19	6¾		26⅔	61¼
30	20	8½		27	66
27½	21	11⅘	29	27½	72
27	22	17½			
29	23	22			

Trocknes *Erlenholz*, (*Betula Alnus L.*,) verhielt fich unter denfelben Bedingungen auf folgende Weife:

Thermometerftand in d. Sonne.	Thermometerftand im Holze.	Nach	Thermometerftand in d. Sonne.	Thermometerftand im Holze.	Nach
25°	14°	0′	28°	21½°	16½
	15	3½		22	18
26	16	5		22½	20
26½	17⅔	8	27½	23	21½
	18	9	28½	23½	24
27	18½	10	28¾	24	27½
27½	19	11	30	24½	30¼
28	19½	12	30¼	25	35
	20	13		25½	44½
28½	20½	14	31	25¼	60
28¾	21	15	32	25¼	75
			33	25¾	82

Wegen Mangels an Eis konnte ich die Temperatur dieſer beiden Holzarten vor dem Verſuche nicht weiter herabbringen. Die äuſsere Temperatur *) war bei den vor der Sonne vorüberziehenden Wolken ſo veränderlich, daſs ich ſie ebenfalls bemerken zu müſſen glaubte. Mangel an Zeit erlaubte mir nicht, die allmählige Abnahme der Wärme beider Hölzer, nachdem ſie ſo lange in der Sonne geſtanden hatten, zu bemerken. Beobachtungen dieſer Art erfordern in der That mehr Zeit, als man anfangs glauben ſollte.

Der *wilde Birnbaum*, (*Knöttelbaum*, *Pyrus Pyraſter L.*,) verhielt ſich unter denſelben Bedingungen auf nachſtehende Weiſe:

Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach
30° R.	16° R.	0′	26½°	22½°	39′
	17	2	33	23	49½
31	18½	5½	33½	23½	54
	19¾	10		24	60
32	20⅞	14	33	24⅓	68
	21⅔	18		24⅓	73
		19		24⅓	78
27	22	23½		24⅓	83
29	22½	32½	32	24	88

*) In den Ueberſchriften in der vorigen und den folgenden Tabellen habe ich ſtatt *äuſserer Temperatur* geſetzt: *Thermometerſtand in der Sonne*, und hoffe dadurch den wahren Sinn des Herrn Verf. nicht verfehlt zu haben. *d. H.*

Weiter war, der grofsen anhaltend gleichmäfsigen Temperatur in der Sonne ungeachtet, die Temperatur dieses Holzes nicht in die Höhe zu bringen. Das Thermometer stieg, obschon das Ganze immerwährend den einbohrenden Strahlen der mächtigsten Sonne ausgesetzt war, nicht um einen bemerkbaren Punkt über $24\frac{1}{3}°$, und fiel, bei einer äufsern Temperatur von $32°$, in kurzem um $\frac{1}{3}°$ zurück.

Ich wollte bei dieser und den beiden folgenden Holzarten untersuchen, in welchem Verhältnisse sie ihre Wärme fahren liefsen, und brachte daher in den bemerkten blechernen Kästchen das Holz in frisches Brunnenwasser, dessen Temperatur ich ebenfalls bemerkte.

Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach	Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach
$12°$	$23\frac{1}{2}°$	$0'$	$13\frac{1}{2}°$	$19\frac{5}{6}°$	$24'$
	$22\frac{3}{4}$	6	14	19	28
	$22\frac{1}{2}$	8		$18\frac{1}{2}$	31
13	$21\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$17\frac{2}{3}$	39
	$21\frac{2}{5}$	$12\frac{3}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{4}$
	$20\frac{4}{5}$	14	15	$17\frac{1}{4}$	$46\frac{1}{2}$
$13\frac{1}{3}$	$20\frac{1}{5}$	16	15	17	54

Weißtannenholz, (*Pinus picea L.*) verhielt sich folgendermaßen:

Thermometerstand in d. Sonne.	Thermometerstand im Holze.	Nach	Thermometerstand in d. Sonne	Thermometerstand im Holze.	Nach
30° R	16°	0′	29°	23°	45½′
	17½	7½	33	23½	51½
31	19	12	33½	24	56
32	20⅔	16		24⅔	62
	21½	20	33	25	70
	21¾	21		25	75
27	22⅓	26½		25	80
29	23½	34½		25	85
26½	23⅓	41		24⅓	90

Da auch die Temperatur dieses Holzes in einer Wärme von 33° Reaum. nicht zunahm, so brachte ich dasselbe sogleich in das blecherne Kästchen in Wasser von derselben Temperatur wie vorhin. Hier fiel es, wie folgt:

Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach	Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach
12° R.	24°	0′	13½°	18°	24′
	23	6	14	17	28
	22	8		16	31
13	21	11½	14½	15½	39
	20⅓	12¾	14¾	15¼	42¼
	19½	14	15	15	46½
13⅓	19	16	15	15	54

Eſpenholz, (*Aeſche*, *Zitterpappel*, *Populus tremula L.*,) verhielt ſich, mit den beiden vorhergehenden Holzarten zu gleicher Zeit und unter denſelben Umſtänden unterſucht, auf nachſtehende Weiſe:

Thermo-meterſtand in d. Sonne.	Thermo-meterſtand im Holze.	Nach	Thermo-meterſtand in d. Sonne.	Thermo-meterſtand im Holze.	Nach
30½° R.	16¾°	0′	29°	23½°	44½′
	18	6½	33	23⅗	50½
31	19¾	11	33½	24	55
32	21	15		24⅔	61
	22	19	33	25	69
27	23	24½		25	74
29	23½	33½		25	84
26½	23½	40	32	24⅘	89

Die Abnahme der Wärme dieſes Holzes erfolgte, als daſſelbe in das Blechkäſtchen mit Waſſer gebracht wurde, folgendermaſsen:

Temperatur des Waſſers.	Thermo-meterſtand im Holze.	Nach	Temperatur des Waſſers.	Thermo-meterſtand im Holze.	Nach
12°	24°	0′	13½°	20°	24′
	24	6	14	19½	28
	23¼	8		18	31
13	22½	11½	14½	17¼	39
	22	12¾	14¾	17	42¼
	21½	14	15	16¾	46¼
13⅓	21	16	15	16⅔	54

So weit meine Unterſuchungen. Ich halte nicht für nöthig, auf die Verſchiedenheit der Verhältniſſe dieſer wenigen Holzarten weiter aufmerkſam zu

machen, da dieselbe bei genauer Ansicht leicht in die Augen fällt. Eben so enthalte ich mich alles weitern Raisonnements über Erwärmung, Erkältung u. dergl. Einige Bemerkungen über die Anstellung von dergleichen pyrometrischen Versuchen selbst, die bei dem grossen Gewinne, den sich die Künste von solchen Untersuchungen versprechen dürfen, nicht aller Beachtung unwerth seyn möchten, werde ich vielleicht bei einer andern Gelegenheit mittheilen.

VII.

Eine neue Art Rostcompensation für astronomische Uhren

vom

Dr. Benzenberg.

Unter den bis jetzt bekannten Compensationen behaupten die rostförmigen Pendelstangen, die Harrison 1728 erfand und Graham 1740 zuerst ausführte, den Vorzug vor allen übrigen, und man findet sie daher an den besten Pendeluhren auf dem Seeberge, in Göttingen und in Greenwich.

Von den beiden Metallen, die zur Rostcompensation gebraucht werden, muss sich eins sehr stark, das andere sehr wenig ausdehnen. Ist ihre Ausdehnung nicht sehr verschieden, so muss der Rost sehr groß werden und aus vielen Stangen bestehn. Die ersten, welche gemacht wurden, bestanden aus Messing und Eisen. Hierbei nahm der Rost die Länge des ganzen Pendels ein und bestand aus 9 Stangen. Diese unbehülflichen schwer zu arbeitenden Roste findet man noch in Berthoud's Uhrmacherkunst und in La Lande's Astronomie beschrieben.

Nachher wählte man Zink und Eisen. Hierbei ist der Rost kleiner und besteht nur aus 5 Stangen, weil sich der Zink viel stärker ausdehnt als das Messing. Auf diese Weise sind die neuern Rostpendel gemacht, in denen der Rost 2 Fuss lang ist.

— Um das Biegen der Stangen zu vermeiden, haben die Roste mit 9 Stangen gewöhnlich 2 Querbänder, und die mit 5 Stangen nur eins in der Mitte.

Man sieht leicht, daſs man dieser Querbänder überhoben ist, sobald der Rost kleiner wird, und daſs man zugleich an Eleganz in dem Grade gewinnt, in dem sich das Ganze dem einfachen Pendel nähert. Dabei würde es nur darauf ankommen, zwei Metalle zu wählen, deren Unterschiede der Ausdehnung bedeutend gröſser als die zwischen Eisen und Zink wären.

Platina dehnt sich unter allen bekannten Metallen am wenigsten aus, und Quecksilber am meisten. Allein von diesen Metallen ist das eine sehr schwer zu haben und zu bearbeiten, und das andre wegen seiner Flüssigkeit nur mit groſser Mühe zu Rostcompensationen zu gebrauchen. *)

Nähme man Eisen und Blei, so gäbe das Roste von etwa 16 Zoll, da das Blei sich nach Berthoud 2,57 mahl stärker ausdehnt, als das Eisen. Aber das Blei biegt sich leicht, und um dieses zu vermeiden, muſs die Compensationsstange ziemlich stark gemacht werden.

Die Metallmischung von Rose, die aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink besteht, und die bekanntlich schon in siedendem Was-

*) Herr Repsold ist so gütig gewesen, mir Proben von Rostcompensationen mit Quecksilber zu machen. Die Resultate hiervon bei einer andern Gelegenheit. B.

ser schmilzt, hat nächst dem Quecksilber wohl die stärkste Ausdehnung. Ich habe mir eine Stange von 4 par. Linien Dicke aus dieser Metallmischung gegossen, die alle die Eigenschaften hatte, welche zu Rostcompensationen erforderlich sind. Sie bog sich nicht, und brach erst, als ein ziemlich starker Druck senkrecht auf ihre Achse wirkte. Sie giefst sich sehr leicht und rein und bearbeitet sich vortrefflich vor der Feile und dem Dreheisen. Die Ausdehnung dieser Metallmischung ist nie untersucht worden; schliefst man aber von ihrer grofsen Leichtflüssigkeit auf ihre Ausdehnung, so wird der Rost etwa 5 oder 6 Zoll lang werden.

Folgende Einrichtung des Rostes scheint mir die beste zu seyn. In Fig. 1, Taf. III, ist die mittelste Stange die Compensationsstange, welche den Schwingungspunkt der Linse eben so viel hebt, als er durch die Ausdehnung des Eisens sinkt. Die vier Stangen, die herunterziehen, können sehr dünn seyn, weil sie sich gar nicht biegen können. Die mittlere Compensationsstange ist 4 Linien dick. Da der Rost klein und der Druck senkrecht ist, so ist die Gefahr des Brechens beim Schieben sehr klein.

Diese Rostcompensation hat folgende Vorzüge vor der mit Zink: 1. Giefst und arbeitet sich diese Metallmischung viel leichter als Zink; 2. wird der Rost kleiner; 3. braucht man kein Querband, und der Rost kann, weil er überall weniger Arbeit erfordert, zu einem sehr civilen Preise gemacht werden.

Die Einrichtung mit *einer* Compensationsstange in der Mitte rührt von Herrn Repsold her. Sie hat den Vortheil, dass diese Compensation sich sehr genau abgleichen läſst. Diese Stange ist nämlich lose in die beiden Querbänder eingesteckt, und kann herausgenommen und kürzer gedreht werden. (Fig. 2.)

Die Uhren gehen bei der Kälte aus zwei Ursachen geschwinder: nämlich 1. wegen der Verkürzung der Pendelstange, und 2. wegen der Verdickung des Oehls, wodurch der Ausschlag der Linse kleiner und folglich beschleunigend wird. Die letzte Anomalie beträgt täglich etwa 2 Sekunden. Die Pendelstange muss daher etwas übercompensirt seyn, wenn die Uhr nahe richtig gehen soll. Zur völligen Richtigkeit bringt man es nicht, weil die Anomalie, die von der Verdickung des Oehls kömmt, ein anderes Gesetz befolgt, als die Metallausdehnung. Sie läſst sich also durch diese vermindern, aber nicht aufheben. Die Ungleichheit, die übrig bleibt, ist indess unbedeutend. Sie beträgt in unsern Breiten bei der gröſsten Kälte keine halbe Sekunde in 24 Stunden.

Aus der bekannten Metallausdehnung wird die Länge der Stangen so zu einander berechnet, dass die Uhr etwas mehr *übercompensirt* ist, als die Pendelstange und das Oehl es fordern; dass sie also in der Wärme geschwinder und in der Kälte langsamer gehen muss.

– – Man bringt sie dann in ein Zimmer, das sich heizen läſst, und setzt sie sehr verschiednen Temperaturen aus. Aus dem Unterschiede des Ganges berechnet man den Fehler der Compensation und das wahre Verhältniſs der Metall- und Eisenstangen. Die Metallstange wird dann aus dem Roste genommen und um so viel kürzer gedreht, als die Rechnung es fordert.

Stangen aus der Rosischen Composition zu gieſsen, ist wegen der groſsen Leichtflüssigkeit des Metalls sehr leicht. — Ich nahm ein dünnes Rohr, wickelte um dieses einen Bogen Velinpapier und befestigte ihn mit Bindfaden. Dann zog ich das Rohr heraus, steckte unten in den Papiercylinder einen Stöpsel, und goſs das geschmolzene Metall hinein. — Dieses machte eine sehr reine Stange, und verletzte das Papier so wenig, daſs es zum Zeichnen nicht unbrauchbar wurde.

Da man ohnehin an astronomischen Uhren sehr groſse und schwere Linsen haben muſs, so ist es möglich, daſs der Rost so klein wird, daſs man ihn ganz in die Linse einschlieſsen kann, wie in der beigefügten Zeichnung.

VIII.

VERSUCHE,

die Natur des Nervenfluidums und die Wirkung des Galvanismus auf die thierische Oekonomie betreffend,

von

ALDINI,

Professor der Exp.-Physik zu Bologna. *)

Versuch 1. Man präparirt einen *Frosch* auf die gewöhnliche Art, und während man ihn mit der einen Hand am Rückenmarke hält, hebt man mit der andern Fuss und Schenkel herauf, und bringt die

*) Unter dieser Ueberschrift findet sich in dem *Journal de Chimie et de Physique par* van Mons, T. 3, p. 206 und 250, ein von Aldini selbst mitgetheilter Auszug aus seinen *Galvanischen Versuchen*, deren sich die Leser der *Annalen* aus Nicholson's vorläufiger Nachricht von denselben, (*Annalen*. XIII, 216,) erinnern werden. Zwar ist auch in diesem Auszuge manches höchst Paradoxe zu kurz angedeutet, als dass sichs immer beurtheilen liesse, ob die Paradoxie in der Sache, oder, wie es mir scheint, nur in den Worten liegt; doch habe ich mich dadurch nicht abhalten lassen, diesen Auffsatz der Hauptsache nach, wie ich ihn vorfinde, (nur hier und da abgekürzt,) mitzutheilen. Aller andern Anmerkungen über ihn enthalte ich mich, so reichen Stoff dazu er auch darbietet. *d. H.*

die Muskeln des Beins mit den Cruralnerven in Berührung. Durch diese Berührung entstehn in dem frei herabhängenden Beine heftige Contractionen, und es bildet sich ein wahres electrisches Spiel, (*carillon électrique*,) welches, nach der gröſsern oder geringern Vitalität des Thiers, längere oder kürzere Zeit dauert.

Versuch 2. Werden bei dem vorigen Versuche die Muskeln an der Berührungsstelle mit einer isolirenden Substanz bedeckt, so hören die Contractionen gänzlich auf; läſst man aber darauf den Nerven den entblöſsten Muskel berühren, so fangen sie von neuem an. Auf diese Weise erhielt der Verf. hinter einander über 200 Contractionen, die er nicht zu bewirken vermochte, wenn er den Muskel auf dieselbe Art mit einem Leiter, selbst mit Metallen, berührte. Er sah oft, daſs die Berührung der Nerven mit den Sehnen die Muskelcontractionen verstärkte. Die Wirkung blieb dieselbe, wenn man auch von den Nerven alle thierische Feuchtigkeit mit Wasser abgewaschen hatte.

Versuch 3. Alles erfolgte eben so, wenn gleich einer der Cruralnerven durchschnitten war.

Versuch 4. Eine Unterbindung der Cruralnerven, ungefähr in der Mitte derselben, verhinderte die Contractionen nicht, als man einen dieser Nerven mit den correspondirenden Muskeln oberhalb des Bandes in Berührung brachte; sie hörten aber auf, als man diese Nerven an der Stelle, wo sie sich in die Schenkelmuskeln einsenken, fest unterband.

Versuch 5. Aldini suchte Muskelcontractionen dadurch hervorzubringen, dass er sich *statt der Voltaischen Säule*, der *Einwirkung warmblütiger Thiere* bediente. Er berührte mit dem Finger der einen Hand, die er in Salzwasser getaucht hatte, das Ohr eines eben abgehauenen *Kopfs eines Ochsen*, und brachte mit der andern Hand das Rückenmark eines präparirten Frosches mit dem Rücken der Zunge des Ochsen in Berührung. Im Frosche wurden dadurch heftige Contractionen erregt.

Versuch 6. Er verband die *Köpfe zweier Kälber* durch einen feuchten Leiter, und fand die Wirkungen dadurch beträchtlich verstärkt. Denn bei einem Frosche, dessen schwache Lebenskraft durch Einen Kopf nicht mehr zur Thätigkeit gebracht wurde, entstanden sogleich Contractionen, da der zweite Kopf mit in den erregenden Bogen gebracht wurde.

Versuch 7. Dasselbe erfolgte, wenn ein Mensch zwischen die Zunge des ersten Kopfs und das Rückenmark des zweiten gestellt wurde, und ein andrer, der den präparirten Frosch hielt, die Kette zwischen der Zunge des zweiten und dem Rückenmarke des ersten Kopfes, mittelst des Frosches schloss. Man bemerkte überhaupt, dass die Intensität der Wirkung mit der Menge der Köpfe, oder anderer thierischer unter einander verbundener Excitatoren wuchs.

Versuch 8. Die Beine eines präparirten Frosches wurden mit dem Rückenmarke eines andern

Frosches mittelst eines seidnen Fadens zusammengebunden, und nun der Bogen mittelst eines *Rindskopfs*, der viel Lebenskraft besass, geschlossen. Beide Frösche erlitten lebhafte Contractionen. Dieser Erfolg räumt jeden Verdacht fort, dass die Contractionen durch die unmittelbare Berührung mit den Nerven oder Muskelfibern der warmblütigen Thiere erregt seyn möchten.

Ist die Vitalität des Kopfes bis auf einen gewissen Grad vermindert, so hören die Contractionen auf, welches beweist, dass das Lebensprincip der warmblütigen Thiere am Hervorbringen dieser Contractionen vielen Antheil hat.

Versuch 9. Man schnitt ein *Stück Muskelfleisch* von dem Kopfe eines Ochsen augenblicklich nach der Tödtung des Thieres ab, und brachte es auf einer Seite mit dem Rückenmarke, auf der andern mit einem Muskel des Frosches in Berührung. Es entstanden Contractionen fast so stark als die, welche zuerst Galvani durch Armaturen von verschiednen Metallen erhielt. Diesen Versuch hatte Brugnatelli in Vorschlag gebracht, der den Verf. bei seinen Arbeiten unterstützte.

Versuch 10. Der *Körper eines Kalbes*, von den Bauchmuskeln bis zum Rückenmarke, diente als erregender Bogen. Er brachte im Frosche sehr heftige Contractionen hervor; sie blieben auch, wenn isolirte Personen mit in die Kette traten.

Versuch 11. Dieser Versuch wurde so wiederhohlt, dass nicht bloss die Personen, sondern auch

der Körper des Kalbes iſolirt war. Bei jeder Berührung der Bauchmuskeln und des Rückenmarks litt der Froſch heftige Zuckungen. Aehnliche Wirkungen brachte der *Truncus von Lämmern* und von *Hühnern* hervor. — Beide Verſuche können auch mit dem iſolirten Kopfe eines ſtarken Ochſen gemacht werden, wenn man von dem Rückenmarke zur Zunge eine Kette bildet, worin ſich ein Froſch befindet.

Verſuch 12. Der Verf. ſchnitt einer *Viper* den Kopf ab, entblöſste einen kleinen Theil ihres Rückenmarks, hielt den Schwanz mit der einen in Salzwaſſer getauchten Hand, und brachte das Rückenmark an die Zunge und die Muskeln eines eben abgehauenen *Ochſenkopfs*. Er erhielt ſehr lebhafte Contractionen.

Verſuch 13. Der *menſchliche Körper* wirkt als ein Bogen, der zur Fortpflanzung des ohne Einwirkung von Metallen erregten Galvanismus ſehr geeignet iſt. Nimmt man in die eine in Salzwaſſer getauchte Hand die Muskeln eines Froſches, und berührt man die Cruralnerven mit der Zungenſpitze, ſo erfolgen ſehr heftige Contractionen.

Verſuch 14. Der Verf. hielt mit der einen mit Salzwaſſer benetzten Hand die Muskeln eines präparirten Froſches, und berührte mit einem Finger der andern Hand die Cruralnerven. Er beobachtete dabei, daſs dieſe Nerven ſich ſeinem Finger durch eine Art von *Anziehung* näherten, welches

auch mehrere andere, die den Versuch wiederhohlten, bemerkt haben.

Versuch 15. Aldini hielt es, um die erwähnten Wirkungen zu erhalten, anfangs für nothwendig, Muskeln und Nerven durch eine leitende Kette zu verbinden. Aber die Versuche, welche er in dem öffentlichen Schlachthause mit einer grossen Menge Thiere anstellte, zeigten ihm, dass einige Ochsenköpfe einen so hohen Grad von Vitalität behielten, dass es hinreichend war, das Rückenmark, oder die Zunge, oder die Nackenmuskeln mit dem präparirten Frosche, ohne einen Bogen zu bilden, zu berühren, um Contractionen hervorzubringen.

Versuch 16. Als der Mensch, der in dem vorhergehenden Versuche den Frosch hielt, isolirt wurde, erfolgten keine Contractionen; sie traten aber wieder ein, sobald die Verbindung mit der Erde hergestellt war. Dieser Versuch, der darthut, dass hier kein *Stimulus* wirkte, beweist *die Gegenwart des Galvanismus in warmblütigen Thieren.* Dem Verf. war der Erfolg desselben nicht unerwartet, da er schon mittelst einer starken Voltaischen Säule, auch ohne mit ihr in Berührung zu kommen, oder indem er sie allein an dem einen Ende berührte, Muskelcontractionen erhalten hatte. Auch ist es bekannt, dass man beim Zitterrochen lebhafte Contractionen hervorbringen kann, ohne von dem Bauche zum Rücken des Thieres einen Bogen zu schliessen.

Versuch 17. Der Verf. entblöfste einen der zweiköpfigen Muskeln eines *enthaupteten Menschen*, und berührte ihn mit dem Rückenmarke eines präparirten Frosches. Die Heftigkeit der Contractionen übertraf bei weitem alle, die in den bisherigen Versuchen durch andere warmblütige Thiere hervorgebracht waren. Sobald Aldini auf ein Isolirbrett trat, hörten alle Zuckungen auf. Dieser Versuch wurde mehrere Mahl vor einer grofsen Menge Zuschauer beständig mit gleichem Erfolge wiederhohlt.

Versuch 18. Als die Vitalität jenes Körpers so erschöpft war, dafs sie bei Berührung des zweiköpfigen Armmuskels mit einem Frosche nicht mehr auf diesen wirkte, machte der Verfasser einen Leitungsbogen zwischen diesem Muskel und dem Rückenmarke, in welchem sich der Frosch befand. Sogleich erschienen die Contractionen wieder; eben so, wenn der Bogen zwischen andern Theilen des Truncus geschlossen wurde. Aehnliche Wirkungen bemerkte man in dem öffentlichen Hospitale an Menschen, die eines gewaltsamen Todes gestorben waren, wenn man einen Frosch an eine durch Blasenpflaster entblöfste, oder sonst verwundete Stelle brachte.

Versuch 19. Ist in den Thieren die Erregbarkeit sehr geschwächt oder, so zu sagen, erloschen, so weckt sie der Verf. dadurch, dafs er sie mit einer starken Auflösung von *Opium* befeuchtet. So glückte es oft, Fröschen, welche die Empfänglich-

keit für jeden Reiz, den Muskelreiz ausgenommen, verloren hatten, die Lebenskraft wieder zu geben.

Aus diesen verschiednen Versuchen glaubt Aldini den Schluss ziehen zu können, dass die Metallelectricität zur Hervorbringung der Muskelcontractionen nicht erforderlich sey, weil man den verschiednen *Metallarmaturen* verschieden organisirte *thierische Theile*, und den metallischen Bogen, Bogen von thierischen Flüssigkeiten substituiren könne. Doch tragen die Metalle nicht wenig zur Erregung der Contractionen bei, nur bringen sie sie nicht durch sich selbst hervor. Zu diesem Schlusse führten den Verfasser folgende Versuche, die er anfangs mit verschiednen Metallen, und dann mit einem einzigen anstellte.

Versuch 20. Man legt auf eine Glasplatte mehrere, von verschiednen Personen zu gleicher Zeit präparirte Frösche parallel neben einander, so dass das ganze Nervensystem nach der einen und das Muskelsystem nach der andern Seite liegt. Bringt man an dem ersten dieser Frösche, deren 10 und mehrere seyn können, zwei Metallarmaturen und einen Metallbogen an, so leiden sie alle Contractionen, obschon die Metallelectricität, welche immer den kürzesten Weg nimmt, nur den ersten in Zuckungen versetzt haben sollte.

Versuch 21. Wiederhohlt man diesen Versuch so, dass die Lage der verschiednen Systeme abwechselt, so zeigen sich nur bei einigen Fröschen Contractionen. So wird auch durch Verhehrung meh-

rerer Metallplattenpaare in der Voltaischen Säule die Wirkung dieses Apparats sehr geschwächt, oder selbst aufgehoben.

Versuch 22. Der Verfasser hatte schon früher bemerkt, dass eine Säule von 50 grossen Gold- und Silberplatten und mit Salzwasser angefeuchteten Kartenblättern nicht die mindeste Wirkung auf den menschlichen Körper äusserte. Nachher sah er, wie ein Frosch durch die Berührung zweier kleinen Blättchen dieser beiden Metalle lebhaft erschüttert wurde.

Versuch 23. Der Verfasser nahm einen Kalbskopf und armirte das Rückenmark mit Zinn, die Halsmuskeln mit Silber. Es entstanden in diesen Muskeln und in dem übrigen Kopfe lebhafte Bewegungen. Die Möglichkeit, durch blosse Armaturen Contractionen in warmblütigen Thieren hervorzubringen, entdeckte Galvani an abgenommnen Gliedern, und der Verfasser machte selbst schon vor 1794 einige diesen Punkt betreffende Resultate bekannt.

Versuch 24. Der vorige Versuch wurde mit der Abänderung wiederhohlt, dass man die Zunge aus dem Munde zog. Während das Rückenmark mit den Halsmuskeln durch den Bogen verbunden wurde, zog sich die Zunge merklich in die Mundhöhle zurück. Dasselbe erfolgte bei Anwendung der Säule.

Versuch 25. Schon 1792 hatte der Verfasser dargethan, dass das Quecksilber für sich allein im

Stande ist, in den Thieren den Galvanismus zu erregen. Nachher bemerkte er auch, daſs ein Stück reinen Silbers oder eines andern Metalls denselben Einfluſs auf Thiere von groſser Vitalität äuſserte.

Versuch 26. Es ist bekannt, daſs Galvani bei seinen ersten Versuchen dadurch Muskelcontractionen hervorbrachte, daſs er präparirte Thiere in einem Zimmer, wo man sich mit electrischen Versuchen beschäftigte, berührte. Diese Contractionen erneuerten sich bei jedem Funken, den man aus dem Conductor zog. Aldini wiederhohlte diese Versuche, nachdem er die Cruralnerven unterbunden hatte. War es in der Mitte geschehn, so störte das die Wirkung nicht; unterband er sie aber da, wo sie sich in die Muskeln inseriren, so war keine Bewegung zu bemerken. Der Verfasser stellte in der Folge ähnliche Versuche mit der Voltaischen Säule von 100 bis 200 Lagen und mit Becherapparaten aus mehrern Schalen an, wobei er fand, daſs sich dieselben Resultate durch sehr einfache Vorrichtungen erhalten lieſsen.

Versuch 27. Man stellte zwei mit Salzwasser gefüllte Gläser auf einen Tisch, verband sie durch einen Bogen aus Zink und Kupfer, und berührte die eine Wasserfläche mit dem Rückenmarke eines präparirten Frosches, den jemand an den correspondirenden Muskeln hielt. So oft nun ein anderer mit der Hand oder mit einem Metallstücke das Wasser in dem zweiten Glase berührte, gerieth der Frosch in lebhafte Convulsionen. Um allen Verdacht zu

entfernen, dafs das Salzwaffer vielleicht diefen Reiz hervorgebracht haben möchte, band man an das Rückenmark ein Stück von einem Muskel eines andern Thiers, und berührte damit das Waffer. Bei den folgenden Verfuchen bediente fich der Verfaffer deffelben Kunftgriffs, um allen Verdacht zu vermeiden, dafs die Salze die Erregung veranlafst haben könnten.

Verfuch 28. Wurde beim vorigen Verfuche entweder der Menfch, der das Waffer berührte, oder der Frofch ifolirt, fo hörten alle Zuckungen auf, bis die Ifolirung wieder aufgehoben wurde. Man kann die Contractionen fehr verftärken, wenn man die Anzahl der Gefäfse vermehrt und fie durch Bogen von einerlei Metall verbindet, da diefe hierbei eben fo gut als verfchiedenartige Metalle wirken.

Verfuch 29. Eine Säule von 100 Silber- und Zinkplatten wurde ganz unter Waffer getaucht; nach dem Herausziehen erhielt man fehr ftarke Galvanifche Wirkungen. (Als ich diefes Refultat vor zwei Jahren bekannt machte, wurde mir dafür eine . . . . .)

Verfuch 30. Es wurden 30 Gläfer mit Seewaffer gefüllt und durch Bogen aus Kupfer und Zink verbunden. Die Erfchütterungen, welche diefer Apparat gab, fchienen ftärker zu feyn, als wenn eine gleiche Anzahl Schalen mit künftlichem Salzwaffer gefüllt wurde. Man nahm 5 Schalen weg und die Wirkung war immer noch fehr lebhaft. —

Eine ganz in Seewasser getauchte Säule gab nach dem Herausziehen lebhafte Contractionen. — Der Verfasser hatte die Absicht, durch diese Versuche die *Déférence* des Elements auszumitteln, worin die grosse Familie der Fische lebt, über welche die Macht der Galvanischen Methoden sehr gross ist.

Versuch 31. Durch folgenden sehr einfachen Versuch zeigte der Verfasser die Wirkung der Säule und der Metalle unter Wasser. Er legte auf den Boden eines mit Salzwasser gefüllten Bechers eine Zinkplatte, liess durch jemand das Rückenmark eines Frosches mit dem Wasser in Berührung bringen, und berührte selbst die Metallplatte mit einem übersilberten Kupferdrahte. Bei jeder Berührung litt der Frosch Zuckungen. [Vergl. S. 263.]

Versuch 32. Dieser Versuch wurde im vorigen Herbste zu Genua in Verbindung mit den beiden Brüdern Mojon angestellt. Ein *Zitterrochen*, (auf ihn hatte unter allen Thieren der Galvanismus den grösten Einfluss,) wurde isolirt und darauf electrisirt. Seine Schläge nahmen dadurch weder an Stärke zu, noch zeigten die empfindlichsten Electrometer an ihm eine Spur von Electricität. Die Erschütterungen waren gleich, das Thier mochte im Wasser oder ausserhalb desselben seyn.

Versuch 33. Einige Stellen am Bauche und Rücken des Zitterrochens wurden mit Metallen armirt, und durch zwei Metalldrähte wurde ein Kreis geschlossen. Bei jeder Berührung der Drähte erfolgte eine Erschütterung. Als zwischen beide Drähte

die Flamme eines Wachslichts gebracht wurde, hörten alle Erschütterungen sogleich auf.

Versuch 34. Nachdem der Zitterrochen gestorben war, armirte man ihn auf die gewöhnliche Weise, und erhielt, so oft beide Armaturen durch den leitenden Bogen verbunden wurden, lebhafte Erschütterungen, die sich jedoch von den Contractionen anderer Thiere bei gleicher Behandlung nicht sehr unterschieden. Abilgaard hatte in Neapel schon dasselbe Resultat erhalten.

Versuch 35. Wurde der Zitterrochen unter Wasser in dem Augenblicke, als er den Schlag gab, berührt, so zog er sich zusammen, und spritzte das Wasser aus den beiden Oeffnungen in seinem Kopfe. Um einen Schlag zu erhalten, war es nicht nöthig, das Thier an zwei verschiednen Stellen seines Körpers zu berühren, sondern man brauchte nur die flache Hand unter seinen Bauch zu bringen. Die heftigen Erschütterungen, welche er auf diese Art gab, erstreckten sich zuweilen bis zur Schulter, und die Wirkung derselben dauerte oft einige Zeit ausser dem Wasser fort.

Wir wollen noch einige Versuche anführen, welche der Verfasser mit verschiednen *thierischen Feuchtigkeiten* anstellte.

Versuch 36. Er goss in zwei Biergläser 4 Unzen Blut, das eben aus den Adern eines gesunden Menschen gelassen war, und setzte das eine dem Einflusse der Luft, das andere der Einwirkung der Voltaischen Säule aus. Nach 24 St. fand man den Cruor

des letztern Bluts auf dem Serum schwimmend, und den Leitungsdrähten fest anhängend, indeſs in dem ersten Glase sich der Cruor zu Boden gesetzt hatte.

Versuch 37. Auf gleiche Weise wurde die noch warme *Galle* eines Ochsen behandelt. Die der Luft ausgesetzte hatte nach 24 Stunden noch ihre völlige Durchsichtigkeit, indeſs die, auf welche die Säule eingewirkt hatte, durchaus undurchsichtig war und viel Gas entwickelt hatte.

Versuch 38. Bei der auf gleiche Weise behandelten *Milch* fand man keinen andern Unterschied, als eine Schwärzung der Leitungsdrähte in der mit der Säule verbundnen Milch.

Versuch 39, 40, 41, 42. Auf den *Urin* zeigte der Galvanismus eine starke Einwirkung, *) die jedoch nach dem verschiednen Zustande desselben verschieden war. Aus 4 Unzen Urin eines gesunden Menschen hatte sich in Zeit von 24 Stunden, der gröſste Theil der ihn zusammensetzenden Stoffe an die Drähte der Säule, als ein dicker fester Cylinder, dessen Achse der Draht war, angesetzt. Dieser Niederschlag gab, mit Schwefelsäure behandelt, schwefelsauren Kalk. Der Urin eines Gelbsüchtigen verhielt sich sehr nahe eben so. — Das allgemeine

*) Herr van Mons verspricht bei dieser Gelegenheit, mehrere Tausend, und darunter sehr merkwürdige Versuche, die er über den menschlichen Urin im krankhaften Zustande mit der Säule und mit dem gewöhnlichen electrischen Apparate angestellt hat, binnen kurzem bekannt zu machen. *d. H.*

Resultat war, dass der Galvanismus aus dem Urin die schwefelsauren, salzsauren und blasensteinsauren erdigen Salze zugleich mit einem Theile Galle und Kohlenstoff fällt. Der Niederschlag, welcher sich an die Drähte ansetzt, bildet eine eigenthümliche Krystallisation.

Die folgenden Versuche zeigen, dass der Galvanismus auf die thierische Oekonomie ganz anders, als die gewöhnliche Electricität einwirkt.

Versuch 43. Es ist bekannt, dass, wenn man mit der Hand das untere, und mit einem mit Salzwasser benetzten Theile des Gesichtes das obere Ende der Säule berührt, man einen Blitz aus den Augen auffahren sieht. Dieselbe Lichterscheinung brachte der Verfasser bei einem Menschen, dessen Augen er verbunden hatte, dadurch hervor, dass er Kopf und Fusssohlen durch einen leitenden Bogen verband.

Versuch 44. Dadurch, dass der Verfasser mit Hülfe der Säule einen leitenden Bogen von der Hand bis zur Zungenspitze bildete, erregte er in den Augen Blitze, welche bei einem hartnäckigen schwarzen Staare Linderung verschafften, (*qui ont porté soulagement à des amauroses rebelles.*) In andern Fällen wurde ein schwaches Gesicht dadurch verbessert. Ueberhaupt that die Säule in Fällen Wirkung, bei denen alle medicinischen Mittel vergeblich angewandt waren. Bei mehrjähriger Blindheit, die in einer bedeutenden Veränderung im Auge ihren Grund hatte, konnte das Gesicht bei

einigen Subjekten im Augenblicke wieder hergestellt werden.

Versuch 45. Der Verfasser wollte sich bei diesen Versuchen anstatt der Säule, der Leidener Flasche bedienen. Er legte auf eine horizontale Fläche, in der Entfernung von 9 Zollen, 2 Metallplatten, eine über die andere, und liess durch 6 Personen die obere Platte mit der in Salzwasser getauchten Hand, die untere mit der Zungenspitze berühren. Dann stellte er zwischen beide Platten eine Leidener Flasche, deren Entladung allen eine heftige Erschütterung gab, aber ohne die geringste Lichterscheinung in den Augen, dergleichen die schwächste Voltaische Säule unter diesen Umständen hervorbringt. Die Wirkung blieb dieselbe, da man von der Hand zur Nasenspitze den Bogen schloss.

Versuch 46. Einige von denen, welche den vorigen Versuchen beigewohnt hatten, machten den Einwurf, dass das Tageslicht die Wahrnehmung der vielleicht schwachen Blitze gehindert haben könnte. Dem zu Folge wurde der Versuch in einem dunkeln Zimmer und an einem Menschen, der eine Zeit lang im Dunkeln gewesen war, wiederhohlt. Allein ungeachtet dieser Vorsicht blieb der Erfolg derselbe.

Versuch 47. Um zu sehn, ob der Sauerstoff sich mit der Muskelfiber vereinigt, hing der Verfasser in einer mit Wasser gesperrten Glocke 14 zu gleicher Zeit von verschiednen Personen mit grosser Sorgfalt präparirte Frösche auf. Nach 24 Stunden

fand er, dafs das Waffer um etwa $\frac{1}{2}$ Zoll geftiegen war.

Verfuch 48. Derfelbe Erfolg zeigte fich bei der Wiederhohlung diefes Verfuchs mit warmblütigen Thieren. Man gebrauchte dazu die Schenkel verfchiedner Hühner, von denen man die Cruralnerven getrennt hatte. Je weniger Vitalität die Muskelfiber hat, defto weniger fteigt das Waffer.

Verfuch 49. Man liefs die Gelegenheit nicht vorbeigehen, an einem zur Enthauptung Verurtheilten denfelben Verfuch zu wiederhohlen. Nicht allein Muskel- und Nervenfafern, fondern auch Gehirnfubftanz wurde auf diefe Art der Einwirkung der Luft ausgefetzt. Die Abforption des Sauerftoffs war bei allen diefen Theilen beträchtlich, doch nach der Natur eines jeden derfelben verfchieden.

Verfuch 50. Der Verfaffer wünfchte in derfelben Abficht mehrere Fifche, befonders den Zitterrochen, zu unterfuchen; da er aber zu entfernt vom Meere wohnte, fo erfuchte er den Profeffor Mojon in Genua, diefen Verfuch zu übernehmen. Diefer Gelehrte meldete ihm Folgendes als das Refultat feiner Unterfuchungen:

„Ich armirte auf die gewöhnliche Weife die Nerven eines ftarken Zitterrochens, fobald als er keine Zeichen des Lebens mehr gab; brachte ihn auf einer ifolirenden Unterlage über eine Schüffel mit Waffer, und überdeckte ihn mit einer in diefem Waffer ftehenden Glocke, die 432 Kubikzoll hielt. Nach einigen Stunden bemerkte ich zu meiner grofsen

sen Ueberraschung, dass das Wasser stieg und 10 Stunden lang merklich zu steigen fortfuhr. Nach 48 Stunden war das Wasser einen Zoll gestiegen, und blieb auf diesem Punkte stehn. Das Wasser nahm nun $\frac{1}{9}$ von dem Inhalte der Glocke oder 48 Kubikzoll ein. Bei der Untersuchung der übrigen Luft fand ich, dass sie nur 80 Kubikzoll Sauerstoffgas und 324 Kubikzoll Stickgas enthielt; es waren also in dieser Zeit $\frac{2}{5}$ des in der Glocke enthaltnen Sauerstoffgas absorbirt worden.

Aldini beschliesst diesen Aufsatz damit, dass er aus den erzählten Versuchen zuerst die Aehnlichkeiten zwischen Electricität und Galvanismus zusammenstellt. Sie weichen von den allgemein bekannten nicht ab, ob sie gleich zum Theil etwas unbestimmt ausgedrückt sind, daher ich nur folgende aushebe: So wie die Muskelfaser sich in grosser Entfernung von einer Electrisirmaschine beim Funkenziehn contrahirt, so sah Aldini sie auch in einiger Entfernung von Volta's Säule in Zuckungen gerathen. — Electricität und Galvanismus befördern beide die Fäulniss thierischer Theile. — Die in einer Leidener Flasche condensirte Electricität verzehrt Sauerstoff; gerade so Volta's Säule, und auch Muskel- und Nervenfasern, welche viel Vitalität besitzen, absorbiren Sauerstoffgas. — — Dann kommen folgende „interessantere *Folgerungen* aus diesen Versuchen, die *Muskelbewegung* und die *thierische Oekonomie* betreffend."

„Fische und im Waffer lebende Amphibien werden durch gewisse Veränderungen der Luft an die Oberfläche des Waffers heraufgebracht, (*transportés.*) — Achtet man darauf, dafs die Störung des Gleichgewichts in den entfernten Regionen der Atmosphäre fich durch den allgemeinen Zusammenhang, (*consentement général,*) auch dem Waffer mittheilt, so wird der Grund dieser Erscheinung nicht schwer einzusehn seyn."

„Waffer, das mit Salzen, besonders mit Kochfalz, gefättigt ift, trägt nach allen Beobachtungen fehr viel zur Verftärkung des Galvanismus bei. Fische befitzen in Vergleich mit andern Thieren viel Vitalität. Hieraus ergiebt fich, warum die Natur das Element, worin die Fische leben, besonders reichlich mit Salz versehen habe."

„Das Galvanische Fluidum äufsert seine Thätigkeit unabhängig von den Metallen, wie die vorhin erzählten Verfuche beweisen. Es kann daher nicht mehr mit Metallelectricität oder mit dem Metallreize verwechfelt werden, welche Dinge bisher mit grofsem Eifer von einigen Phyfikern jenfeits der Alpen als hervorbringende Urfachen der Muskelbewegungen vertheidigt find."

„Das Galvanifche Fluidum, welches mit einer grofsen Wirkfamkeit zur Zerfetzung der Körper begabt ift, wirkt eben fo auf die Flüffigkeiten, welche im thierifchen Körper circuliren, und bringt hier wichtige Erfcheinungen hervor. Hoffentlich wird

durch die vereinigten Anstrengungen und die unermüdeten Arbeiten der Physiker der Galvanismus einiges Licht über den noch sehr dunkeln Vorgang bei thierischen Secretionen verbreiten. Die Hypothese, dass der thierische Körper, vermöge seiner Structur, Aehnlichkeit mit der Voltaischen Säule habe, könnte wohl dazu beitragen, die Wirkung der Nervenflüssigkeit auf die Muskelbewegung und auf die thierische Oekonomie begreiflich zu machen."

IX.

Fernere Nachricht der Galvanischen Societät in Paris von ihren Versuchen.

Die Galvanische Societät hat am 8ten *Prairial*, Jahr 11, (d. 28sten Mai,) zum zweiten Mahle unter der Direction ihres Präsidenten und des Professors Aldini Versuche im Grossen in der Veterinärschule zu Alfort angestellt. Thiere von jeder Grösse, vom Insekte bis zum Pferde, wurden der Einwirkung eines Apparats ausgesetzt, der aus mehr als 2000 Platten bestand und aus einzelnen mit einander verbundnen Säulen zusammen gesetzt war. Unter andern fand man folgende Resultate:

1. Dass man den electrischen Funken hier nicht wie bei der gewöhnlichen Electricität in einer gewissen Schlagweite, sondern bloss im Berührungspunkte selbst erhalten kann. *)

2. Dass nach Anzeige der *Coulombschen* electrometrischen Wage die electrische Spannung nicht im Verhältnisse der Lagenzahl und der Stärke der Säulen steigt. **)

*) Also stünde die Galvanische Societät jetzt noch da, wo wir vor zwei Jahren waren. Vergleiche *Annalen*, XII, 647, und oben S. 236 und 261. *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, X, 441. *d. H.*

3. Dafs man die ganze Gewalt eines fürchterlichen Apparats nöthig hat, um ein kleines Thier zu tödten. *)

4. Dafs der Galvanismus die Werkzeuge des Ein- und Ausathmens noch nach dem Tode in Bewegung zu setzen vermöge. Man überzeugte sich davon an einem Pferde, das vor $\frac{1}{4}$ Stunde getödtet war. In die Luftröhre desselben wurden einige kleine Oeffnungen gemacht, und vor diese eine Lichtflamme gehalten. Im Augenblicke des Galvanisirens wurde die Flamme nach der Brust hin gezogen, indem die Lungen die Luft einsogen, und gleich darauf stiefsen sie sie mit solcher Kraft wieder aus, dafs das Licht ausgeblasen wurde. **)

5. Dafs man Zusammenziehungen des Kopfs und des Rumpfs eines Thiers hervorbringen kann, wenn man sie in einer weiten Entfernung von einander stellt, und sie blofs durch einen einzigen Leiter mit der Säule in Verbindung setzt, da der andere durch die Erde oder das gemeinschaftliche Behältnifs vertreten, (*l'autre s'étant formé par le réservoir commun.*,) wird. ***)

*) Nach Ritter's Versicherung wurde durch einen einzigen Schlag, (einer gewöhnlichen sehr mäfsig wirkenden Säule,) eine grofse Raupe getödtet, und kleine Fische starben durch mehrere solcher Schläge. (Voigt's *Neues Magazin*, B. 2, 1800, S. 365.) *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, XIII, 221. *d. H.*

***) Vergleiche *Annalen*, XI, 97, 162. *d. H.*

X.

BESCHREIBUNG

zweier einfachen Vorrichtungen, um Baumstubben durch Pulver zu zersprengen oder herauszuheben.

1. Richard Knight's *Schraube zum Holzsprengen*, (*Blasting-screw.*) Blöcke von hartem knotigen Holze, und besonders die Baumstubben, welche beim Holzfällen mit den Wurzeln stehn geblieben sind, auf die gewöhnliche Art durch Axt, Keile und Schlägel zu spalten und zu Brennholz zu zerkleinern, ist so ausserordentlich mühsam, dass man in der Regel die Stubben stehn und verfaulen lässt. Man hat zwar versucht, sie nach Art der Steine mit Pulver zu sprengen, das hat aber seine eigne Schwierigkeit, und erfordert sehr viel Uebung und Geschicklichkeit, soll nicht weit öfter der auf die Patrone geschlagne Stöpsel herausgeworfen, als der Stamm zersprengt werden. Um diesem abzuhelfen, erdachte der Eisenhändler Knight zu *Forster Lane* eine sehr einfache Vorrichtung, die bei aller ihrer Einfachheit doch neu ist, und für die er von der Londner Gesellschaft der Künste und Gewerbe eine silberne Belohnungsmedaille erhalten hat.

Folgende Zeichnung, (Tafel III, Fig. 3,) und Beschreibung derselben, theilte Knight dieser Gesellschaft mit.*)

*) *Transactions of the Soc. of Arts* for 1802. *d. H.*

A ist die Schraube zum Zerreissen oder Zersprengen des Holzes. Durch ihre Achse ist die Zündröhre gebohrt. Der Draht *B* dient, die Zündröhre gehörig zu reinigen, bevor die brennende Lunte hineingebracht wird.

C ist ein Bohrer, mit welchem das Loch gebohrt wird, das die Ladung der Schraube aufnimmt. Damit der Bohrer fasse, arbeitet man demselben mit dem Hohlmeissel *D* vor.

E ist ein Hebel, vermittelst dessen die Schraube in das gebohrte Loch hineingedreht wird. Der lederne Riemen *F* am Ende desselben wird an der Schraube befestigt, damit sie nicht verloren gehe, wenn sie beim Zersprengen des Blocks sollte in die Höhe geschleudert werden, wiewohl dieses nicht häufig geschieht. Vielmehr blieb in allen meinen Versuchen, so oft das Holz gesund war, die Schraube in einem der aus einander gesprengten Theile sitzen.

Als Lunte dient Bindfaden, der in einer Auflösung von Salpeter getränkt ist, und in die Zündröhre, nachdem man den Draht *B* herausgezogen hat, hinabgebracht wird.

Der Erste, der von Knight eine solche Schraube zum Holzsprengen erhielt, ein Parlamentsglied I. Lloyd, Esq., zu *St. Asaph*, der auf seinen Gütern ansehnliche Waldungen hatte, giebt ihr in einem zu *Wygfair* am 26sten März 1802 geschriebnen Briefe an Knight die vortheilhaftesten Zeugnisse. Hier einige Stellen aus diesem Briefe: „Ich habe

mich der Schraube zum Holzſprengen während des verfloſsnen und des vorhergehenden Winters mit dem beſten Erfolge bedient, und vermittelſt ihrer manche Ladung Brennholz gewonnen, die ich ohnedies der Fäulniſs hätte Preis geben müſſen, weil es zu theuer geweſen ſeyn würde, ſie auf dem gewöhnlichen Wege zu gewinnen. Sie würden ſich durch die öffentliche Bekanntmachung derſelben ſehr verdient machen. — — Sir Joſeph Banks zu *Overton-Hall*, dem ich dieſe Schraube rühmte, lieſs ſich eine ähnliche durch ſeinen Schmidt, einen ſehr geſchickten Arbeiter, machen, der indeſs auf ſie mehr Mühe wandte, als ich für nöthig halte. Auch er iſt mit ihr ſehr zufrieden. Als ich zu Overton war, wurden mehrere 4 bis 5 Fuſs lange und 9 bis 10 Zoll im Durchmeſſer haltende Stücke von ſehr dichtem, knotigen und feinkörnigen Eichenholze, das zur Verzimmerung in dem Bleibergwerke, welches unter Sir Joſeph Banks Direction ſteht, dienen ſollte, vermittelſt der Schraube geſpalten. Die Stücke wurden zum Erſtaunen der Bergleute einige Schritt weit aus einander geworfen. Sir Joſeph hat die Schraube mit nach Lincolnſhire genommen, wo er, wie ich höre, eine Menge Baumſtubben beſitzt, die bis jetzt völlig werthlos waren. Wir haben dieſes Inſtrument bis jetzt ohne irgend einen Zufall gebraucht. Als dagegen ein Bedienter meines Nachbars, des Lords Kirkwal, während der Abweſenheit ſeines Herrn mit der Schraube ſprengen wollte, und wohl zu viel Pulver in das

Loch gethan haben mochte, wurde bei der Entzündung des Pulvers die Schraube herausgeschleudert und flog in ein Fenster des ersten Stockwerks, doch ohne weitern Schaden zu thun. Wer sich des Instruments bedient, wird indess leicht abnehmen, wie gross das Loch unter der Schraube seyn muss, um einen gegebnen Block zu sprengen, und wie weit die Schraube hineinzudrehen ist, damit sie der Kraft des entzündeten Pulvers, ehe der Block reisst, hinlänglichen Widerstand leiste. Ich glaube, dass sich viel Pulver sparen liesse, wenn man sich einer mit Salpeter getränkten Lunte aus Baumwolle, oder eines andern der bei Feuerwerken üblichen brennbaren Stoffe bediente; dann könnte man die Schraube wahrscheinlich dünner machen. Doch geht es auch sehr gut mit einem Strohhalme, der mit Pulver gefüllt ist, wie sich dessen die Bergleute bedienen. Wer furchtsam ist, kann die Schraube vermittelst einer Kette oder eines Stricks an einen Klotz oder einen Pfahl befestigen. In faulem Holze läfst sich die Schraube nicht brauchen."

---

2. *Eine Maschine, Baumstubben auszuroden, vom B.* Saint Victor, *Mitglied der Landbaugesellschaft des Departements der Seine.* *) Auf einem Landgute des Verfassers in Savoyen hatte der vorige Besitzer eine Menge grosser Eichen, Nussbäume und Kastanienbäume, welche in den Wiesen und dem Acker-

*) Im Auszuge aus Sonini's *Biblioth. phys. économ.*, Tom. I, p. 12.

lande standen, über den Wurzeln weghauen, die Stubben aber nicht ausgraben lassen. Die Stubben dieser Bäume hinderten die Kultur so sehr, daſs Saint Victor sich entschlieſsen muſste, sie aus- roden zu lassen. Um diese beschwerliche Arbeit zu erleichtern, versuchte er, sie durch die Kraft des entzündeten Pulvers herauszuheben, und dieses gelang, wie er versichert, vollkommen vermittelst folgender aus Eisen geschmiedeten Maschine, die man auf Taf. III, Fig. 4, bei *A* im Grundrisse, bei *B* in einem senkrechten Durchschnitte, und bei *D* in einer perspectivischen Zeichnung sieht, wie sie unter dem Baumstubben angebracht ist.

Die Bodenplatte derselben besteht aus einer Barre geschmiedeten Eisens, die ungefähr 2′ 8″ lang und nach der Handhabe zu 1″, am hintern kreisrunden Theile aber 2″ dick ist. Dieser kreisrunde Theil hat 14″ im Durchmesser, und dient der Pulverkammer zum Bodenstücke.

Die Pulverkammer *b* selbst ist 3″ im Lichten weit und die Länge ihrer Bohrung beträgt 3″ 8‴. Der Pfropf *a* hat fast dieselbe Dicke, und wird, mit Papier oder mit Werg umwickelt, hineingetrieben. Der Kopf desselben hat 8″ im Durchmesser, und ist durch eine Kette mit dem kleinen Mörser verbunden. Die Höhe vom untern Theile der Bodenplatte bis zum obersten des Pfropfs beträgt 10″.

Ungefähr 2″ über dem Boden der Pulverkammer ist die Zündpfanne *C* angebracht, von der die enge Zündröhre unter einer Neigung von 45° zur

Pulverkammer herabgebohrt ist. Die Kammer bis zum Pfropfe und die Zündröhre werden voll Pulver gefüllt.

Ist dieses geschehn, so wird mit einer Haue eine Höhlung in den Stubben bis in die Mitte desselben gemacht und die Maschine in dieselbe hineingebracht, so daſs der Pfropf unmittelbar das Holz berührt, und daſs alle Leeren unter der Bodenplatte mit Steinen, Eisenstücken oder Holz sorgfältig ausgefüllt werden, damit die ganze Kraft der Explosion auf den Stubben wirke. Ist es nöthig, so haut man zuvor noch die stärksten der über der Erde sichtbaren Wurzeln des Stubbens durch.

Nachdem die Maschine gehörig befestigt worden, schüttet man Pulver auf die Pfanne, legt eine Lunte darauf, die lang genug ist, damit man sich in Sicherheit bringen kann, und steckt sie an.

Jeder verständige Schmidt kann diese Maschine machen. Noch leichter läſst sie sich aus Messing oder Bronze gieſsen; nur müssen dann alle massiven Stücke etwas dicker werden, um eben so viel Zusammenhalt zu erhalten, als die angegebnen aus geschmiedetem Eisen.

XI.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über die Vegetation der Pflanzen, welche darthun, dass die Vegetation im Sonnenlichte die Luft nicht verbessert,

von

JAMES WOODHOUSE,

M. D., Professor der Chemie auf der Universität von Pensylvanien. *)

1. *Veränderungen, welche das Keimen der Samen in der atmosphärischen Luft bewirkt.* Den 3ten Juni 1801 wurden 12 Körner Mais mit der Erde, worin sie gepflanzt waren, in einer Glocke, welche 70 Unzenmaasse atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 enthielt, über dem Sperrwasser eingeschlossen, und der Apparat darauf öfters in die Sonne gesetzt. Am 12ten hatten die Maiskörner getrieben, und ihre Stengel eine Höhe von 2 bis 5 Zoll erreicht, und nun untersuchte ich die Luft. Ein Unzenmaass derselben wurde mit Kalkwasser in ein Eudiometer gebracht. Sie enthielt 0,03 Kohlensäure. Ein Unzenmaass Luft, die von der Kohlensäure befreit war, wurde mit eben so viel Salpetergas vermischt; die Absorption betrug 0,3. Den 19ten waren die Mais-

*) Nicholson's *Journal* etc., 1802, Vol. 2, p. 150. *d. H.*

stengel beträchtlich hoch, und als ich nun die Luft prüfte, fand ich sie von derselben Reinheit als bei dem vorigen Versuche, dabei enthielt sie keine Kohlensäure. Den 23sten starben die Pflanzen ab, und die Luft enthielt nun 0,05 Kohlensäure und 0,95 Stickgas.

Ich stellte ähnliche Versuche mit Samen von *Apium petroselinum*, *Lactuca sativa*, *Cucurbita citrullus*, *Phaseolus sativus*, *Sisymbrium und Raphanus sativus* an, und erhielt dieselben Resultate.

Die Verminderung der Reinheit der Luft unter diesen Umständen scheint von der Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoffe der Cotyledonen oder mit dem Kohlenstoffe in der Erde, worin die Samen liegen, oder mit dem Kohlenstoffe einiger verwelkten Theile der Blätter abzuhängen.

Ingenhoufs, Humboldt und Thomson haben zwar beobachtet, dass die Erden die Eigenschaft haben, Sauerstoff zu verschlucken. Da man aber nicht beweisen kann, dass eine reine Erde oder eine Mischung von Erden die Reinheit der atmosphärischen Luft vermindert, so ist die Verderbung der Luft mit mehr Recht der Bildung von Kohlensäure, deren Basis in allen Erden, welche zur Vegetation dienen, enthalten ist, als der Verschluckung des Sauerstoffs durch die reinen Erden zuzuschreiben.

2. *Veränderungen, welche die Vegetation der Pflanzen in der atmosphärischen Luft bewirkt.* Den 27sten Mai wurden 12 Pflanzen von *Polygonum per-*

ficaria, jede zwei Zoll hoch und grünend, mit ihrer Erde in eine Glocke eingeschlossen, die 52 Unzenmaaſse atmoſphäriſcher Luft von der Reinheit 100 enthielt, und oft in die Sonne geſetzt wurde. Den 4ten Jun. waren die Pflanzen 2 Zoll gewachſen, die Luft in der Glocke enthielt bei der Prüfung 0,03 Kohlenſäure und ihre Reinheit war nur noch 80.

Mehrere junge Pflanzen von *Raphanus ſativus*, *Datura ſtramonium*, *Phytolacea decandra*, *Zea mais*, *Phaſeolus vulgaris*, *Sedum telephium*, *Amaranthus hybridus*, *Cucurbita citrullus*, *Siſymbrium*, *Lactuca ſativa* wurden, jede einzeln, in Glocken eingeſchloſſen, welche 40 bis 80 Unzenmaaſse atmoſphäriſcher Luft faſsten, und die Luft in den Glocken zu verſchiednen Zeiten ſorgfältig geprüft. Ich fing dieſe Prüfungen eine Stunde, nachdem die Pflanzen eingeſchloſſen worden, an, und ſetzte ſie bis zum 30ſten Tage fort. Faſt immer enthielt die Luft Kohlenſäure, und ſo oft das der Fall war, fand ſich die Reinheit derſelben vermindert.

Mehrere Pflanzen derſelben Art wurden in 40 Unzenmaaſs *Sauerſtoffgas*, welches vorher mit Kalkwaſſer gewaſchen war, eingeſchloſſen. Die Reinheit der Luft wurde im Allgemeinen vermindert, und es bildete ſich kohlenſaures Gas; die Pflanzen wurden weiſs oder gelb, und wenn man ſie in atmoſphäriſche Luft brachte, ſtarben ſie bald ab.

Die Vegetation der Pflanzen hat auf die Luft denſelben Einfluſs, als die Vegetation der Samen aus

denselben Gründen. Sind die Pflanzen lange Zeit eingeschlossen, so welkt ein Theil ihrer Blätter, und der Kohlenstoff dieser abgestorbnen Blätter giebt bei der Vereinigung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre Kohlensäure. Die grünenden Blätter zersetzen die Kohlensäure und absorbiren den Kohlenstoff, indess der frei gewordne Sauerstoff wieder die Gasform annimmt. Jedes Mahl, wenn sich der Sauerstoff mit dem Kohlenstoffe der vegetabilischen oder animalischen Substanzen in der Erde, worin die Pflanzen wachsen, oder mit dem Kohlenstoffe der abgestorbnen Blätter vereinigt, und wenn die Kohlensäure schneller entsteht, als die lebenden Blätter sie zersetzen, sterben die Pflanzen schnell.

Wird eine gesunde Pflanze, die in einer Erde wächst, welche wenig oder gar keine vegetabilischen oder animalischen Substanzen enthält, in atmosphärische Luft eingeschlossen, so kann sie lange darin leben, ohne sich zu verändern.

Viele von den Pflanzen, mit denen ich meine Versuche anstellte, veränderten in einer Zeit von 5 Tagen die Luft gar nicht; einige verringerten ihre Reinheit binnen 3 Stunden; noch andere wirkten langsam und so allmählig, dass sie die Luft in 20 Tagen nur wenig veränderten.

3. *Veränderungen, welche Pflanzenblätter in atmosphärischer mit Kohlensäure geschwängerter Luft im Sonnenlichte bewirken.* Von den Blättern folgender Pflanzen: *Mimosa virgata*, *Euphorbia picta*, *Digitalis purpurea*, *Franklinia alatamaha*, *Aspara-*

gus officinalis, *Corylus avellana*, *Rhus glabrum*, *Aristolochia Siphoe* und *Periploca gräeca*, wurde von jeder Art eine Hand voll abgesondert in einer Luft gesperrt, welche aus 36 Unzenmaaſsen atmoſphäriſcher Luft und 4 Unzenmaaſsen kohlenſaurem Gas aus kohlenſaurem Kalk und Schwefelſäure bereitet, gemiſcht war, und ſo in das Sonnenlicht geſetzt. Die Kohlenſäure verſchwand ſchnell, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft vermehrte ſich ſo, daſs ſie 2 Unzenmaaſse Salpetergas abſorbirte.

Nachdem dieſelben Blätter ſich die Nacht hindurch in derſelben Luft befunden hatten, gab dieſe am Morgen Kohlenſäure, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft hatte ſich auffallend vermindert.

Ich ſetzte Blätter von *Mimoſa virgata* und *Amygdalus perſica*, jede Art beſonders, 9 Stunden lang dem Sonnenlichte aus, in 40 Unzenmaaſsen atmoſphäriſcher Luft, worin ein faulender Pilz gelegen, und die ſich dadurch mit kohlenſaurem Gas gemiſcht hatte. Am Ende des Verſuchs war die Kohlenſäure verſchwunden, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft hatte ſich in dem Verhältniſſe von 30 : 80 vermehrt.

4. *Menge und Reinheit des Sauerſtoffgas, das ſich aus einer kleinen Hand voll Blätter, welche in 40 Unzenmaaſsen Brunnenwaſſer dem Sonnenlichte ausgeſetzt wurden, entwickelte.* Das zu dieſen Verſuchen gebrauchte Waſſer war aus einem Brunnen einige Fuſs von einem Abzugsgraben genommen,

und

und daher, wie die Analyſe zeigte, mit Kohlenſäure geſchwängert. Die Blätter wurden, jede Art für ſich, in neben einander ſtehende Gläſer gethan, und man ſtellte jedes Mahl 8 bis 13 vergleichende Verſuche zugleich an. Die folgenden Tabellen enthalten die Reſultate dieſer Verſuche.

Es gaben die Blätter von	Sauerſtoffgas. nach Drachmenmaaſsen.	Reinheit deſſelben mit Salpetergas. mit 1 M.	mit 2 M.	mit 3 M.	Zeit des Verſuchs.
Alcea roſea	19,5	122	146	96	12. Jun. 1802 bei heiterer Witterung und einer Temper. von 105 b. 110° F. 100 Unzenmaaſs des gebrauchten Waſſers enthielten 8 bis 9 Unzenmaaſs kohlenſaures Gas.
Zea maiz	16	116	140	54	
Amaranthus ſpinoſa	15	120	140	68	
Meliſſa officinalis	13	120	130	50	
Hyſſopus	16	120	138	70	
Convolvulus purpureus	8	110	110	0	
Malva rotundifolia	17	120	140	86	
Lavendula	16	118	130	55	
Roſa centifolia	15	112	130	46	
Mirabilis dichotoma	16	110	130	46	
Convolvulus purpureus	13	110	120	40	3. Juli heitere Witterung, 100 b. 115° F. Thermometerſtand. 100 Unzenm. d. Waſſers enthielten 8 bis 10 Unzenmaaſs kohlenſ. Gas.
Anthemis nobilis	12	114	120	32	
Hibiſcus ſyriacus	12	118	130	65	
Polygonum aviculare	18	114	130	50	
Amygdalus perſica	10	114	112	12	
Pyrus malus	16	116	120	20	
Platanus occidentalis	12	120	140	20	
Tilia americana	10	120	138	40	
Liriodendron tulipifera	14	112	120	25	4. Juli heitere Witterung, 105 bis 110° F. Thermome-
Populus dilatata	14	110	132	60	
Aeſculus pavia	13	110	130	60	
Apium petroſelinum	12	115	132	55	

Es gaben die Blätter von	Sauerstoffgas. nach Drachmenmaassen.	Reinheit desselben mit Salpetergas. mit 1 M.	mit 2 M.	mit 3 M.	Zeit des Versuchs.
Convolvulus purpureus	5	120	120	30	terstand. 100 Unzenm. des Wassers enthielten 8 Unzenmaass kohlensaures Gas.
Helianthus annuus	13	112	132	62	
Ruta graveolens	10	120	130	40	
Trifolium palustre	13	120	140	55	
Datura strammonium	14	112	130	80	
Hyssopus	7	112	132	65	
Blattaria verbascum	12	112	130	45	5. Jul. heit. u. bedeckt. Wett., 95° F. Thermometerstand. 100 U. M. d. Wass. enth. 8 b. 9 U. M. kohlens. Gas. 12 U. M. von d. Sauerstoffgas, d. mit Kalkw. gewasch. war, gab. durch Eisen und Schwefel zersetzt 4 M. Stickgas, enthielten also 8 Maass Sauerstoffgas.
Chelidonium maius	18	112	136	80	
Chrysanthemum indicum	14	120	142	63	
Acer glaucum	14	120	139	63	
Phytolacca decandra	14	120	140	80	
Anthirrinum linaria	18	120	140	53	
Syringa vulgaris	8	120	132	40	
Helianthus altissimus	12	120	140	55	
Polygonum persicaria	12	120	140	80	
Cercis canadensis	12	120	140	60	
Lonicera caprifolium	12	120	140	60	
Diospyros virginiana	10	120	120	30	6ten Juli heiteres und bedecktes Wetter, 90 bis 100° F. Thermometerstand. 100 Unzenmaass des Wassers enthielten 8 bis 10 Unzenmaass kohlensaures Gas. Die Blätter waren am Abend vorher gepflückt, und bis am Morgen an einem kühlen Orte aufbewahrt worden.
Franklinia altamaha	10	120	102	0	
Chionanthus virginica	8	120	100	0	
Arundo gigantea	10	120	130	32	
Asclepias syriaca	9	120	80	0	
Anoda triloba	10	120	130	40	
Magnolia glauca	10	110	102	0	
— *tripetata*	16	116	130	40	
Xanthoriza tinctoria	8	120	130	50	
Conferva rivularis	10	120	120	30	
Alcea rosea	5	110	70	0	
Sophora indica	7	110	80	0	
Laurus Sassafras	10	120	92	0	

Priestley entdeckte, daſs ſich aus den Pflanzen im Sonnenlichte Sauerſtoffgas entbindet, und ſeit der Zeit glaubte man, daſs die Pflanzen das groſse Mittel der Natur wären, den durch Verbrennung, Athmen und Oxydation verloren gegangnen Sauerſtoff der Atmoſphäre zu erſetzen. Prüft man aber dieſe Meinung aufmerkſam, ſo iſt ſie nicht haltbar.

Der Sauerſtoff, den man durch die Pflanzen erhielt, war jedes Mahl mit Kohlenſäure gemiſcht. Priestley brachte ſeine Pflanzen in atmoſphäriſche Luft, worin Weingeiſt und Wachslicht gebrannt hatten, und die durch das Faulen von Mäuſen und Fiſchen oder durch das Athmen verdorben war. Auch beobachtete er, daſs er weit langſamer und weit weniger Sauerſtoffgas erhielt, wenn er Regenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer anwandte, als wenn er Brunnen- oder anderes ſtehendes Waſſer dazu gebrauchte.

Nachſtehende Tabelle zeigt die Menge und Beſchaffenheit des Gas, das im Sonnenſcheine aus Pflanzen erhalten wurde, die ſich unter reinem Fluſswaſſer, oder unter Waſſer, das mit Kohlenſäure geſchwängert war, befanden. Das Waſſer wurde aus dem Fluſſe *Schuylkil* genommen, und enthielt gar kein kohlenſaures Gas. Beim zweiten Verſuche wurden 36 Unzenmaaſs deſſelben mit 4 Unzenmaaſsen Waſſer, das mit Kohlenſäure aus Kreide und Schwefelſäure geſchwängert war, gemiſcht, und enthielt 5 bis 10 Theile kohlenſaures

Gas in 100 Theilen. Der erste Versuch wurde am 7ten, der andere am 8ten Juli 1801, bei sehr heiterm Wetter und einem Thermometerstande von 110° F. angestellt.

Es gaben die Blätter von	Versuch 1. unter reinem Flusswasser,		Versuch 2. unter Flusswasser mit Kohlensäure,	dessen Reinheit mit Salpetergas war		
	½ bis 1 Drachmenmaass Sauerstoffgas	dessen Reinh. m. 1 M. Salpetergas war	Sauerstoffgas nach Drachmenmaasen	mit 1 Maass	mit 2 Maass	mit 3 Maass
Liriodendron tulipifera		55	6	120	130	40
Cercis canadensis		70	6	116	124	30
Tilia americana		50	5	110	160	0
Salix babylonica		32	5	120	100	0
Polygonum persicaria		30	10	120	140	70
Phytolacca decandra		94	6	120	140	42
Platanus occidentalis		90	3	110	60	0
Alcea rosea		84	6	120	132	40
Helianthus annuus		83	10	120	110	50
Amygdalus persica		82	6	120	138	40
Conferva fontanalis		80	4	120	134	50
Zea maiz		75	4	115	125	20
Acer glaucum		90	6	120	140	50

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Blätter von 13 Arten Pflanzen, deren jede in 40 Unzenmaassen reinen Flusswassers dem Sonnenlichte ausgesetzt worden, zusammengenommen etwa 100 Drachmenmaasse Luft gaben, wovon das mehrste Stickgas war, indess die Blätter derselben Pflanzen in demselben

Waſſer, das mit Kohlenſäure vermiſcht worden war, zuſammengenommen 77 Drachmenmaaſs ſehr reines Sauerſtoffgas gaben.

Graf Rumford ſuchte 1787 die Lehre von der Reinigung der Atmoſphäre durch die Pflanzen zu widerlegen. Seine Hauptgründe dagegen waren, daſs die Blätter in Prieſtley's Verſuchen ſich nicht in ihrem natürlichen Zuſtande befanden, und daſs man auch aus andern Körpern, z. B. aus geſponnenem Glaſe, roher Seide und Baumwolle, im Sonnenſcheine und unter Waſſer Sauerſtoffgas erhalte.

Dem ſcharfſinnigen Verfaſſer der Phytologie iſt es nicht unwahrſcheinlich, daſs man bei mehrern der von Prieſtley, Ingenhouſs und Graf Rumford über die Seide angeſtellten Verſuche die Erzeugung des Sauerſtoffgas den Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf das Waſſer, worin die Pflanzen waren, zuſchreiben könne. Die Spitzen und die ſcharfen Enden dieſer Körper erleichtern nach ihm das Freiwerden des Sauerſtoffs, wenn die Sonnenſtrahlen auf das Waſſer fallen, und dieſes, verbunden mit der Wirkung des Sonnenlichts, bewirke die Desoxydirung des Waſſers.

Graf Rumford's Verſuche ſind keineswegs befriedigend. 30 Gran roher Seide gaben ihm nach drei Tagen nur 3¼ Kubikzoll Luft, und oft vergingen vier Tage, ohne daſs er genug Luft bekommen hätte, um ſie prüfen zu können.

Um den Einfluſs der Spitzen und der ſcharfen Extremitäten mancher Körper zu prüfen, ſetzte ich Asbeſtfaden, Pferdehaare, Baumwolle, Samenkronen von der Seidenpflanze, Kohlenſtaub u. ſ. w. in 40 Unzenmaaſs Brunnenwaſſer der Wirkung des Sonnenlichts aus. Ich erhielt durch dieſe Körper 2 bis 4 Drachmenmaaſs reine Luft, welche 2 Maaſs Salpetergas abſorbirte. Dieſe Luft war alſo minder rein und in minderer Menge, als die, welche die Blätter im Sonnenſcheine unter demſelben Waſſer entwickelten, da Pflanzen im Sonnenſcheine unter Brunnenwaſſer in wenig Stunden 8 bis 19 Drachmenmaaſs Gas geben.

Reines Waſſer, das man der vereinten Einwirkung des Sonnenlichts und der Wärme ausſetzt, wird Sauerſtoff hergeben. Fremde in das Waſſer gebrachte Dinge ſcheinen allein dadurch zu wirken, daſs ſie die Temperatur des Waſſers erhöhen. Auch kann bei einigen der Rumfordſchen Verſuche die grüne Materie, die ſich an allen eine Zeit lang im Waſſer befindlichen Körpern bildet, Gelegenheit zur Erzeugung des Sauerſtoffs gegeben haben.

Viele Naturforſcher glauben, daſs die Pflanzen durch die Waſſerzerſetzung Sauerſtoffgas liefern, indem ſie den Waſſerſtoff des Waſſers abſorbiren, und ſo den Sauerſtoff in Gasform frei machen. Wäre aber dieſe Meinung gegründet, ſo müſste man Sauerſtoffgas erhalten, wenn man Blätter in gekochtem, in deſtillirtem, in Fluſs-, Brunnen- oder Kalk-

wasser dem Sonnenlichte aussetzte; dies geschieht aber nicht.

Einige denken sich einen Wechsel der Gasarten zwischen den Pflanzen und den Thieren: die erstern sollen den Thieren Sauerstoff, und diese jenen dafür Stickgas hergeben, welches, wie sie meinen, die Pflanzen zu ihrer Ernährung einsaugen. Wäre diese Hypothese richtig, so müsste man die Reinheit der atmosphärischen Luft, wenn sie keine Kohlensäure enthält, dadurch vermehren können, dass man Pflanzen in sie einschlösse, auch wenn man ihr dann eine gewisse Menge Stickgas zumengte. — Um dieses zu prüfen, wurden frische und fleckenlose sorgfältig ausgesuchte Blätter von *Euphorbia picta*, *Nicotiana Tabacum*, *Buxus vulgaris*, *Mimosa iubilescens*, *Taxus procumbens*, *Malva crispa*, *Pinus Strobus*, *Colutea arborescens* und von *Epilobium*, jede Art für sich, 4 Stunden lang in 40 Unzenmaass atmosphärischer Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt. Die Reinheit der Luft blieb hierbei dieselbe, und selbst nach 16 Stunden war sie ganz unverändert. Bringt man die Blätter, ohne sie ausgesucht zu haben, in atmosphärische Luft, so vermindern sie die Reinheit derselben am Tage so wohl als bei Nacht. Denn jeder noch so kleiner Insektenstich macht, dass die nahe gelegnen Theile welken, und dann verbindet sich der Kohlenstoff der verwelkten Theile mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu Kohlen-

säure, und vermindert dadurch die Reinheit der Luft.

Eine Hand voll Blätter, die ohne Auswahl in atmosphärische Luft von der Reinheit 100 eingeschlossen, und 5 Stunden lang dem *Sonnenlichte* ausgesetzt wurden, hatten bei einem Thermometerstande von 75° diese Luft folgendermaßen verändert;

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Datura strammonium	3	96
Rhododendron maximum	5	87
Apium petroselinum	4	86
Anthemis nobilis	0	100
Sophora australis	2	95
Sedum telephium	0	100
Amaranthus hybridus	10	70

Blätter ohne Auswahl, die in 40 Unzenmaaß atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 gesperrt waren, veränderten diese Luft während einer *Nacht* folgendermaßen:

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Ilex aquifolium	5	88
Juniperus officinalis	4	93
Berberis vulgaris	2	86
Franklinia altamaha	3	85
Rhododendron maximum	1	95
Anoda triloba	2	88
Buxus vulgaris	2	90
Pinus strobus	2	88

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Mitchella repens	0	100
Asclepias syriaca	5	86
Hamamelis virginia	0	100
Bignonia radicans	3	77
Xantoriza tinctoria	1	94
Magnolia tripetala	5	67
Kalmia latifolia	2	85
Pinus picea	3	80
Liriodendron tulipifera	10	65

Nach einigen Naturforschern hauchen manche Pflanzen des Nachts Kohlensäure aus. Da aber die Menge des kohlensauren Gas von der Verderbniss der Blätter und der Temperatur, in welcher sie sich befinden, abhängt; so muss man die Erzeugung desselben eher den verwelkten Theilen der Blätter, deren Kohlenstoff sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, als irgend einer andern Ursach zuschreiben.

Um zu bestimmen, ob die Pflanzen *Stickgas* verschlucken, vermischte ich 8 Unzenmaass Stickgas mit 30 Unzenmaass atmosphärischer Luft, so dass die Reinheit derselben in dem Verhältnisse von 100:91 verringert wurde. In zwei Glocken, deren jede 40 Unzenmaass dieses Luftgemisches enthielt, wurde eine kleine Hand voll Blätter, in die eine von *Euphorbia picta*, in die andere von *Corylus avellana* gethan, und der Apparat 5 Stunden lang in die Sonne gestellt. Es bildete sich bei diesem Versuche keine Kohlensäure, und die Reinheit der Luft wurde nicht

verändert. An den Blättern war keine welke Stelle wahrzunehmen.

Da man weiſs, daſs die Blätter, Stengel und Wurzeln der Kohlenſäure ihren Sauerſtoff entziehn; ſo könnte man annehmen, daſs die Atmoſphäre ihren Sauerſtoffgehalt erſetzt bekomme, durch die Zerſetzung dieſes Gas, das ſich beſtändig in der Atmoſphäre und oft auch in dem Waſſer, worin Pflanzen wachſen, befindet.

Die Menge der Kohlenſäure in der atmoſphäriſchen Luft kann etwa auf $\frac{1}{10}$ geſchätzt werden, und doch variirt ſie nach Verſchiedenheit der Oerter. In gröſster Menge ſollte ſie ſich in Luft der Städte befinden, wo ſie durch die Prozeſſe des Verbrennens, des Athmens und der Fäulniſs vorzüglich erzeugt wird. Und doch wird man finden, daſs, wenn man ein Maaſs Luft aus einer groſsen Stadt in ein Eudiometer über Kalkwaſſer bringt, das Kalkwaſſer keine milchige Beſchaffenheit annimmt. Die Menge der Kohlenſäure in dieſer Luft iſt alſo auſserordentlich klein. Da aber doch Alkalien, Erden, Metalle und das Waſſer ſie abſorbiren und ſich damit ſchwängern, ſo mag die Menge des darin enthaltnen kohlenſauren Gas etwa $\frac{1}{10000}$ betragen.

Bedenkt man, daſs die Blätter den Sauerſtoff aus der Kohlenſäure nur im Sonnenlichte ausſcheiden; daſs ferner jeder noch ſo kleine Inſektenſtich einen Theil des Blattes welken macht, da er dann am Tage ſo wohl als des Nachts Sauerſtoff abſorbirt; daſs in vielen Ländern im Herbſte alle Blätter ab-

fallen, in Gährung oder Fäulniſs übergehen und so die Reinheit der Luft vermindern; und daſs endlich durch die Blüthen und Früchte der Pflanzen dasselbe geschieht: so sieht man, daſs wir berechtigt sind, zu behaupten, daſs die Pflanzen der atmosphärischen Luft den Sauerstoff *nicht* liefern.

Darwin nimmt an, daſs die in den Samenhülsen enthaltne Luft zur Oxygenation ihrer Samen diene. Allein ich fand die Luft in den Hülsen von *Cardiospermum halicacabum*, *Staphylea trifoliata*, *Colutea arborescens* und *Sophora australis*, als ich sie prüfte, minder rein als die atmosphärische Luft.

XII.

VERSUCHE
über den Einfluſs des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation,
von
Decandolle. *)

Diese Versuche wurden im naturhistorischen Museum angestellt, und zwar in der freien Luft und zugleich in zwei Kellern, die keine andern Oeffnungen als die Thür hatten. Der eine Keller wurde mit einem kleinen Ofen geheizt, so daſs die Temperatur in einiger Entfernung vom Ofen nahe über der Erde 20°, ganz in der Nähe des Ofens aber 25 bis 30°, und auf ihm selbst 37° R. betrug. Der andre Keller war 9 Fuſs hoch und 16 Quadratfuſs groſs und wurde von 6 Lampen *à la quinquet*, die 5 Fuſs über dem Boden an den Wänden befestigt waren, erleuchtet. Die Pflanzen wurden entweder auf den Boden, oder auf ein 4 Fuſs hohes Tischchen gesetzt, und erhielten nur eine Wärme von 15 bis 16°. Der Rauch der Lampen und die durch sie erwärmte Luft zog durch das Gewölbe der Treppe hinaus, während durch dasselbe ein Strom äuſserer Luft in den Keller hineinsank. Nach Gr. Rumford's Methode

*) Ausgezogen aus einem Berichte Thouin's und Desfontaines an das Nationalinstitut über diese Versuche, *Journ. de Phys.*, t. 9, p. 124. *d. H.*

schätzte Decandolle das Licht dieser Lampen dem Lichte von 54 gewöhnlichen Wachslichtern gleich.

1. *Einfluſs des künſtlichen Lichts auf das Aufkeimen der Pflanzen und ihre grüne Farbe.* *) Decandolle ſäete am 23ſten Juli 1800 in dieſem Keller in ein Gefäſs Kreſſe, (*Lepidium ſativum,*) und zündete den 25ſten die Lampen an. Die Samenkörner gingen in kurzer Zeit auf und die Blätter der jungen Pflanzen waren grün; ihr Grün war jedoch etwas weniges ſchwächer, als das der Pflanzen, die aus demſelben zu gleicher Zeit geſäeten Samen in der freien Luft aufgekeimt waren.

Den 26ſten Juli ſäete er in zwei Gefäſse weiſsen Senf, (*Sinapis,*) und in zwei andere Leindotter, (*Myagrum ſativum.*) Eins von jeden beiden Gefäſsen ſetzte er in die freie Luft, das andre in den erleuchteten Keller. In dieſem erhoben ſich die jungen Pflanzen ſchon gegen Mittag des andern Tages, ſie fuhren fort zu wachſen und ihre Blätter und Stengel waren grün. Die der freien Luft ausgeſetzten Samenkörner keimten 10 bis 12 Stunden ſpäter auf und die Pflanzen wuchſen viel langſamer. Wahrſcheinlich rührte dies daher, weil auf die letztern keine ſo gleich ſtark anhaltende Wärme wirkte, wie auf die erſtern.

*) Es iſt bekannt, daſs die Pflanzen, die im Sonnenlichte aufwachſen, eine grüne, die im Schatten ſtehn, aber eine graue oder ſilberweiſse Farbe haben. *Th.*

2. *Einfluss des künstlichen Lichtes auf die Sauerstoffgas-Entbindung der Pflanzen.* Das Sonnenlicht färbt nicht bloss die Pflanzen, sondern entwickelt aus ihnen zugleich ein Gas, das reicher an Sauerstoff, als die atmosphärische Luft ist. Um zu sehn, wie sich in dieser Hinsicht das künstliche Licht verhält, wurden am 25sten Juli des Abends um 8 Uhr Blätter der *Eucomis punctata* und des *Lycium barbatum* in mit Wasser gefüllten und umgestürzten Gläsern der Wirkung des erwähnten Lampenlichts ausgesetzt. Morgens um 8 Uhr des andern Tages war noch keine Gasentwickelung zu verspüren, die doch im Sonnenlichte schon in einer halben Stunde vor sich geht.

Da diese Pflanzen vielleicht schon am Tage das Gas konnten ausgehaucht haben, und erst der Ruhe der Nacht bedurften, um wieder welches erzeugen zu können; so brachte Decandolle den Tag darauf zwei dieser Pflanzen auf dieselbe Art schon des Morgens ins Lampenlicht. Diese fingen ebenfalls wie die ersten erst nach Verlauf von 24 Stunden an Gasblasen zu geben. Das Gas enthielt nur 0,02 Sauerstoffgas; das übrige war Stickgas und kohlensaures Gas.

Aeste und Blätter der *Phyllixea media*, des *Sempervivum arboreum* und *der Aristolochia sipho* gaben sogar nach 24 Stunden kein Gas von sich.

Diese Versuche beweisen, dass dieses ausserordentlich helle Lampenlicht doch nicht stark genug war, die Sauerstoffgas-Entbindung bewirken zu

können, wiewohl es hinreichte, die Pflanzen grün zu färben.

3. *Einfluſs des Lichts und der Wärme auf das Saugungsgeſchäft der Wurzeln und Zweige* verſchiedner kraut- und holzartiger Pflanzen. Aus den Verſuchen, die Decandolle hierüber anſtellte, die ihm aber ſelbſt nicht genügen, und die er daher noch wiederhohlen will, ſchien hervorzugehen, daſs das Licht die Bewegung des Saftes in den Pflanzen, welche im Herbſte ihre Blätter verlieren, beſchleunigt, auf die aber, welche das ganze Jahr hindurch Blätter behalten, keine merkliche Wirkung äuſsert.

4. *Einfluſs des Lichts auf die Erſcheinungen des Wachens und Schlafens der Pflanzen.* Man weiſs, daſs viele Blumen ſich ziemlich regelmäſsig zu gewiſſen Stunden ſchlieſsen und aufthun, und daſs dieſe Stunden nicht für alle dieſelben ſind. Einige, (die *diurnes*,) öffnen und ſchlieſsen ſich zu beſtimmten Stunden mehrere Tage hindurch; andre, (die *éphémères*,) öffnen ſich nur einmahl, einige des Nachts, andre am Tage, und fallen nach dem Schlieſsen ab oder welken.

Im Dunkeln blühten die Blumen verſchiedner Ciſtusarten, welche des Morgens ſich öffnen und des Nachmittags abfallen, mehrere Tage hindurch; die Blumenblätter des *Ciſtus villoſus* fielen zwar ab, doch erſt am Abend; die vom *Ciſtus albidus* dauerten 2 Tage; die vom *Ciſtus apenxinus* 2½ Tag; und die Blumenkronen verſchiedner andern *Ciſtus* ſchloſ-

ſen ſich ſogar, ohne abzufallen, was niemahls im Freien geſchieht.

Von den *Oenotheren*, deren Blumen gegen 8 Uhr des Abends aufblühen und in der Regel nach Sonnenaufgang des andern Tages verwelken, wurden drei Arten, die *Oenothera tetraptera*, *ſuaveolens* und *anomala*, eben in dem Augenblicke, als ihre Blumen ſich öffneten, dem Lampenlichte ausgeſetzt und darin 2 Nächte und 2 Tage ſtehen gelaſſen. Die Blume der erſten Pflanze welkte ſehr ſchnell; den Tag darauf gab ſie neue Blumen, welche die ganze Nacht offen blieben. Die Blume der zweiten dauerte 48 Stunden und gegen 8 Uhr des Abends am andern Tage blühten zwei neue auf, die ſich erſt nach 24 Stunden ſchloſſen. Die Blumen der dritten welkten wie gewöhnlich am Morgen des andern Tages und ſie blühte nicht wieder.

Die Erſcheinungen, welche die Nachtviolen, (*Belles de nuit*,) darboten, waren regelmäſsiger und gleichförmiger. Die Blumen, die dem anhaltenden Lampenlichte ausgeſetzt blieben, öffneten ſich etwas eher und ſchloſſen ſich auch etwas ſpäter als gewöhnlich. Um zu erfahren, ob ſich die Stunden ihres Schlafes nicht gänzlich verändern lieſsen, zündete Decandolle drei auf einander folgende Tage hindurch die Lampen um 8 Uhr des Abends an und löſchte ſie des Morgens um 6 Uhr aus. Den erſten Tag blühten die Nachtviolen des Abends, wie gewöhnlich, auf; die beiden andern Tage aber öffneten ſich ihre Blumen beſtändig am Morgen und

ſchloſ-

schlossen sich erst am Abend, und zwar in demselben Augenblicke, als die Lampen angezündet wurden.

Die Blumen des *Ornithogalum umbellatum*, die sich, wie bekannt, alle Tage gegen 11 Uhr des Morgens öffnen und um 3 Uhr Nachmittags schliessen, schlossen sich beinahe sogleich, als man sie ins Dunkle brachte, und öffneten sich, wenn sie wieder in das Sonnenlicht kamen. Dieser Versuch ist mehrmahls mit verschiednen Exemplaren wiederhohlt worden und gab immer dasselbe Resultat.

Die Blumen des *Convolvulus purpureus* blühen um 10 Uhr des Abends auf, und schliessen sich gegen 11 Uhr des Mittags. In dem durch Lampen erleuchteten Keller öffneten sie sich am ersten Tage zur gewöhnlichen Stunde und schlossen sich nach 7 Uhr des Morgens. Den andern Tag waren sie schon um 6 Uhr des Abends auf und um Mitternacht zu. Auf die Blumen des *Convolvulus arvensis* und des *Conv. cneorum* äusserte aber das künstliche Licht keine merkliche Wirkung.

Die Blumen der *Silene amana* und *fericea*, welche in der Nacht offen und am Tage geschlossen sind, öffneten sich beim Lampenlichte des Abends und schlossen sich nicht wieder, so lange sie diesem Lichte ausgesetzt blieben, selbst nicht am Tage. Die *Silene fruticosa* betrug sich dagegen hier genau wie im Freien.

Verschiedne Arten der *Ficoides* und andere Blumen haben weder im erleuchteten, noch im geheizten dunkeln Keller sich gleich bleibende Erscheinun-

gen gegeben. Nur die *Anthemis maritima*, die ihre Blumen des Nachts geschlossen hält, behielt sie im Lampenlichte beständig offen.

5. Aehnliche Versuche stellte Decandolle auch mit den *Blättern der Pflanzen* an, von denen die meisten, wie bekannt, ihre Lage am Morgen und am Abend verändern. So viel sich indess aus seinen Resultaten schliessen läfst, scheint es nicht, dass diese Erscheinung von der Wirkung des Lichtes herrühre. Die *Oxalis incarnata* und *stricta* öffneten und schlossen im erleuchteten und im geheizten Keller ihre Blätter stets zu denselben Stunden wie im Freien; trotz aller möglichen Versuche konnte man es nicht dahin bringen, die Stunden ihres Schlafens und Wachens zu verändern. Eben so fuhr die *Mimosa leucocephala* 3 Nächte hindurch beim Lampenlichte und 3 Tage hindurch im Dunkeln fort, ihre Blätter stets am Tage zu öffnen und des Nachts zu schliessen, jedoch minder vollkommen als in der freien Luft.

Die *Mimosa pudica* gab bei diesen Versuchen sehr abweichende und sonderbare Erscheinungen. Den 25sten Juli Abends um 8 Uhr wurden zwei geschlossene Pflanzen in den erleuchteten Keller gesetzt: ihre Blätter öffneten sich um 2 Uhr des Morgens, 1½ St. früher, als die, welche sich im Treibbeete und im Gewächshause befanden, und schlossen sich um 3 Uhr Nachmittags. Den andern Tag öffneten sich ihre Blätter um Mitternacht und schlossen sich um 2 Uhr Nachmittags. Man wiederhohlte diese Versuche mit andern Exemplaren und erhielt

immer dieselben Erscheinungen, und alle diese Mimosen hatten ihre Reizbarkeit behalten. Bei dieser Mimose gelang es Decandolle, auch die Stunden ihres Wachens dadurch zu verändern, dass er den Keller des Tages dunkel liess und des Nachts erleuchtete. Unmerklich änderten die beiden Pflanzen, mit denen er den Versuch anstellte, die Stunde ihres Schlafes, und den dritten Tag öffneten sie sich des Abends und schlossen sich am Morgen. Wie sie in die freie Luft gebracht wurden, beobachteten sie bald wieder ihre gewöhnlichen Zeiten.

Verschiedene andre Stöcke dieser Mimose wurden auch in den nicht erleuchteten, aber zu 20 bis 37° geheizten Keller gesetzt. Sie öffneten erst des Morgens ihre Blätter, und zwar viel später als sonst. Die Blätter des Stockes, der auf dem Ofen stand und eine Hitze von 37° erhielt, öffneten sich erst um 7 Uhr des Morgens, schlossen sich aber um 1 Uhr Nachmittags, und waren nicht mehr reizbar. Als dieser Stock ins Gewächshaus gebracht war, erhohlte er sich wieder und nahm nach und nach die gewöhnlichen Zeiten des Wachens und Schlafens wieder an.

Dass die Wärme nicht die unmittelbare Ursach des wachenden Zustandes der Mimosen ist, geht schon daraus hervor, dass sich im Sommer ihre Blätter schon um halb 6 Uhr des Abends schliessen, wo die Wärme doch noch sehr stark ist, und sich um 3 Uhr des Morgens öffnen, wenn die Luft am frischesten ist; und dass auch die Blätter der Stöcke, die in freier Luft stehn und die im Gewächshause

sich befinden, sich zu denselben Stunden öffnen und schliessen. Merkwürdig ist es, dass sich die Blätter des *Hedysarum gyrans* zu allen Stunden der Nacht, wie am Tage, bewegen.

Die mechanischen Erklärungen dieser sonderbaren Erscheinungen werden von Decandolle auf eine sehr genügende Art widerlegt. Er glaubt, dass sie von ihrer Organisation und selbst von dem Leben dieser Pflanzen und einer eignen Art von Reizbarkeit abhängen.

---

6. Aehnliche Versuche hat Decandolle auch über den Einfluss des Lichtes auf die Gefässe der Pflanzen angestellt, die Hedwig *Vasa lymphatica cuticulae*, er aber, weil ihre Function noch allzu ungewiss ist, nach ihrer Form und Lage, *Rinden-Poren* nennt. *) Sie finden sich hauptsächlich auf der Rinde der Blätter. Zieht man diese Rinde vom Blatte ab, und befreit sie vom Parenchyma, so sieht man unter dem Mikroskope das fibröse Netz, welches die Epidermis bildet, und drei oder vier sehr zarte Fibern, die aus dem Netze entspringen, und in einer kleinen eiförmigen Fläche sich endigen, in deren Mitte sich eine mehr oder weniger längliche offne oder verschlossne Pore befindet. Bekanntlich besteht der Blattstiel aus Fibern, welche, indem sie sich zertheilen, die Blattscheibe bilden; die letzten Verästelungen dieser Fibern endi-

*) *Journal de Physique*, t. 9, p. 133, woraus Folgendes ausgezogen ist. d. H.

gen ſich gerade bei den Poren, wie das z. B. die Blätter der *Craſſula punctata* beweiſen, deren Oberflächen mit runden, mit bloſsem Auge ſichtbaren Punkten überſäet ſind. Zieht man die Rinde ab, ſo ſieht man, daſs jeder dieſer Punkte von einem Bündel von Fibern gebildet wird, die ſich hier endigen, nachdem ſie das Zellgewebe durchgegangen ſind, und unter dem Mikroſkope entdeckt man hier einen Haufen von Poren, während man auf dem übrigen Theile der Oberfläche wenige oder gar keine erblickt. Bei ſehr fibröſen Blättern, z. B. denen der *Camellia japonica* oder des *Celaſtrus buxifolius*, hat Decandolle auf einer Fläche von 2 Quadratmillimètres 60 Poren, hingegen bei ſehr fleiſchigen Blättern, die nur ſehr wenige Fibern haben, auf demſelben Raume nur 5 bis 8 ſolcher Poren gezählt. Nie finden ſich die Poren auf den Adern der Blätter, wo dagegen die Haare ſtehn. Auch ſind dieſe Rindenporen auf den Blättern in weit gröſserer Menge, als an andern Theilen der Pflanzen vorhanden. Bei den Baumblättern befinden ſie ſich gewöhnlich nur auf der obern Fläche, bei den Blättern der Kräuter aber auf beiden Flächen. Doch leidet dieſes mehrere Ausnahmen.

Nur die weichen und blätterartigen *Pflanzenſtengel*, z. B. der Kürbiſſe und Gräſer, und die Stengel der blätterloſen Pflanzen, z. B. der *Ephedra* und *Stapelia*, haben Poren; die Stengel der *Cuscuta* dagegen keine. (Decandolle bemerkt, dieſe ſonderbare Pflanze gebe weder in der Sonne noch des Nachts unter Waſſer Sauerſtoffgas.) Haben die

Stengel Poren, so sitzen sie immer in den Furchen und die Haare beständig auf deren Rücken. An den *Wurzeln* und *Schuppen* der Zwiebeln bemerkt man keine Poren; die *Afterblätter* und *Nebenblätter* aber sind damit wie die ordentlichen Blätter versehen, die bloss häutigen, und die, welche bald abfallen, ausgenommen. Die fleischigen *Früchte* sind ohne Poren; dagegen finden sich die Poren auf verschiednen nicht-fleischigen *Fruchthüllen* und auf dem grössten Theile der Fruchthüllen solcher Pflanzen, die nur Ein Samenblatt haben. Man bemerkt sie nicht auf dem *Samenhäutchen*; aber auf allen *Samenblättchen*, nur nicht auf den fleischigen, z. B. der Bohnen, Wicken, Erbsen u. s. w. — Den Pflanzen ohne Samenlappen, nämlich den Champignons, Byssus, Meergräsern, Stein- und Lebermoosen fehlen die Rindenporen gänzlich. Decandolle bemerkt aber, dass alle diese Pflanzen auch keine Rinde und vielleicht selbst keine Epidermis haben, daher die Champignons so schnell faulen und die Meergräser und Lebermoose so leicht von Flüssigkeiten durchdrungen werden, was bei den vollkommnern Pflanzen nicht geschieht. Alle Pflanzen, die einen oder zwei Samenlappen haben, sind auch mit einer Rinde versehen. Die Rinde der Moose hat aber keine Poren; die Rinde der Farrenkräuter hat dergleichen, aber nur auf der untern Fläche der Blätter.

Decandolle schliesst aus vielen Beobachtungen, dass die Rindenporen sich nur an den Pflanzentheilen befinden, welche der *freien Luft* und dem *Lichte* ausgesetzt sind. So findet man sie nie

an den Theilen der Grashalme, die mit den Blattſcheiden bedeckt ſind, auch nicht auf der innern Fläche dieſer Scheiden; ferner nicht auf der innern Fläche der Kelchſchuppen der zuſammengeſetzten und mehrerer andern Blumen. Pflanzen, die ganz unter Waſſer wachſen, beſitzen dieſe Poren ganz und gar nicht; die Theile der Waſſerpflanzen, welche aus dem Waſſer hervorragen, ſind dagegen mit ihnen überſäet, indeſs die unter dem Waſſer befindlichen Theile keine Poren haben. So auch bei den auf dem Waſſer ſchwimmenden Blättern. Alle Pflanzen, denen dieſe Poren fehlen, wenn ſie im Waſſer leben, haben dergleichen, wenn ſie in der freien Luft wachſen, und umgekehrt. Im Garten aufgewachſene Krauſemünze, die auf jeder untern Fläche eines Blattes 1800 Poren hat, erhält, wenn man ſie einige Zeit in Waſſer ſtehen läſst, auf den im Waſſer entſtandenen neuen Trieben und Blättern gar keine Poren. — Auf den übertriebnen Pflanzen finden ſich die Poren ebenfalls nicht. Decandolle zählte auf jeder Fläche der Samenblätter des weiſsen Senfes und der Kreſſe, wenn ſie im Freien aufgewachſen waren, 250 Poren; auf Pflanzenexemplaren derſelben Arten, die im Dunkeln aufgezogen waren, keine einzige; und auf denen, welche in dem mit 6 Lampen *à la quinquet* erleuchteten Keller aufwuchſen, auf jeder Fläche der Samenblätter nur 150 Poren. — Eben ſo findet man ſie auch nicht auf den Theilen der Zwiebelblätter, die von der Erde bedeckt ſind, aber wohl auf denen, die über ſie hervorragen.

Die Rindenporen dienen nach Decandolle *weder* zur Hervorbringung des grüngrauen Staubes, mit dem die Blätter gewisser Pflanzen bedeckt sind, denn viele fleischigen Früchte und Pflanzen, die keine oder nur wenige Poren haben, sind mit diesem Staube versehn, indess er andern porenreichen Pflanzen fehlt; *noch* zur bemerkbaren Transpiration, weil diese nicht bei allen Pflanzen, welche Poren haben, statt findet, und unter andern auch die Wurzeln, wie Brugmann bemerkt hat, ausdünsten, obschon sie keine Poren besitzen; *noch* endlich zur Entbindung des Sauerstoffgas, da solches nicht nur viele Blätter, die nur auf Einer Fläche Poren haben, auf beiden, sondern selbst Fruchthüllen, Moosarten und Wasserpflanzen, die gar keine Poren haben, liefern. Dagegen glaubt Decandolle, dass sie *erstens* die Organe der unmerklichen Ausdünstung sind, welche allen Erdpflanzen gemein sey, die auch alle Poren haben, indess sie bei den unter Wasser lebenden Pflanzen, die keine haben, unwahrscheinlich sey, sich auch in ihrer Stärke nach der Menge der Poren zu richten scheine; und dass sie *zweitens* in gewissen Fällen zur Einsaugung der die Pflanzen umgebenden Feuchtigkeit dienen, wie denn nach bekannten Erfahrungen einige fleischige Pflanzen, die in freier Luft hängen, dennoch Saft bekommen und wachsen.

XIII.

BEMERKUNGEN

über das Treiben und Abfallen der Blätter, und die Merkmahle, woran man wahrnimmt, wenn die Blätter in ihrer ganzen Kraft stehn und für den officinellen oder wirthschaftlichen Gebrauch einzusammeln sind,

von

MORELOT,
Prof. an der pharmaceut. Schule in Paris. *)

In Rücksicht der Entstehungsart der Blätter der Vegetabilien stimmen die Naturforscher ganz mit den Botanikern überein. Beide betrachten sie als eine Verlängerung der Rinde des Stammes oder Stengels, worauf sie wachsen, ja sogar dessen, worauf ihre Aestchen als Pfropfreiser eingepflanzt sind. Ob die Blätter ohne oder mit einem Stiele an der Rinde sitzen, hat so wenig Einfluss als ihre Gestalt auf den Wachsthum, den grössten Grad der Kraft, die physischen Functionen und das Welken und Abfallen derselben.

Der erste Zustand eines Blattes ist das, was man die Knospe oder Sprosse nennt. Ein sehr merkwürdiger und noch nirgends aufgezeichneter Umstand ist der, dass alle Knospen zu der Zeit ihres ersten Hervorkeimens einen mehr oder weniger merkbaren Geruch haben, der der zweiten Rinde des Stam-

*) *Journ. de Phys.*, t. 6, p. 368. *d. H.*

mes der Pflanze zugehört und diesem ähnlich ist, und der sich in dem Maasse verliert, als sich die Knospe verlängert und in Blätter verwandelt. Hätte man den Akt der Vegetation genau beobachtet und verfolgt, so würde man bemerkt haben, dass dieser flüchtige Geruch oder dieses Aroma, eben so wie der harzige Firniss, der die Knospe in ihrer Kindheit schützt, nur für die Empfänglichkeit unsrer Organe, aber nicht wirklich verschwindet. Dieses Aroma wird nur deswegen mit dem Wachsthume des Blattes weniger merklich, weil es sich nach und nach mehr verbreitet und von dem Safte als dem zur Vegetation wesentlichen Wasser der Pflanze überschwemmt, oder gleichsam ertränkt wird. Eben so wird auch der harzige Ueberzug der Pflanze wie ein Goldblättchen unter dem Hammer des Goldschlägers verdünnt und über die ganze Oberfläche des Blattes ausgedehnt, um das Blatt gegen das Wasser undurchdringlich zu machen. Er wird ein überall integrirender Theil des Blattes und versieht so für dessen Erhaltung einen unendlich wichtigen Dienst.

Alle Botaniker kennen die Hauptfunctionen der Blätter in Rücksicht der ganzen Pflanze. Sie wissen, dass sich in ihnen die einathmenden und ausdünstenden Organe befinden, und dass sie das Wasser zersetzen, indem sie den Wasserstoff desselben sich zueignen, und im Tageslichte Sauerstoffgas, in der Dunkelheit der Nacht aber kohlensaures Gas aushauchen. Diese verschiedne Ausdünstung der Blätter wird von Kräften chemischer Anziehungen bewirkt, von denen weiter zu reden hier nicht der Ort ist.

Kaum ſind die Blätter aus dem Zuſtande ihrer Kindheit herausgetreten, ſo erzeigen ſie ihren Stämmen nicht geringere Dienſte, als ſie von ihnen empfangen haben, und man kann ſagen, daſs zwiſchen beiden ein beſtändiger Akt wechſelſeitiger Wohlthätigkeit ſtatt findet. Denn ſo bald die Blätter ihre organiſchen Fähigkeiten erlangt haben, dienen ſie als Kanäle, um den Stämmen eine beſtimmte Quantität des Waſſerſtoffs zu überliefern, den ſie aus dem Waſſer zerſetzt haben, und welches ſich mit dem Kohlenſtoffe der Pflanze verbindet. Aus der Verſchiedenheit der Verhältniſſe, worin dieſes geſchieht, und auch Sauerſtoff dazu kömmt, entſteht die Verſchiedenheit des eigenthümlichen Safts der Pflanzen und die geringere oder gröſsere Feſtigkeit und Härzigkeit ihrer Stämme oder Stiele. Die Blätter erhalten vermittelſt dieſer Arbeit der Natur ebenfalls mehr Conſiſtenz; ihre Farbe bekommt eine dunklere Schattirung, und ihr Aroma wird merkbarer. Die nun höhere Temperatur der Luft bewirkt, daſs ſie die überflüſſigen Feuchtigkeiten ausdünſten, und daſs nun ihre weſentlichſten Grundkräfte in einem mehr genäherten Zuſtande ſich vereinigen oder concentriren. So kömmt dann der Augenblick ihrer vollesten Lebenskraft, der ſich durch äuſsere Merkmahle offenbart, die wir nun kenntlich machen wollen.

Dieſe Zeichen ſind ſowohl bei den Pflanzen mit weichen und holzigen Stengeln, als auch bei den Bäumen und Sträuchern ſehr merklich. Die erſten Blätter, die ſich bei den Pflanzen mit weichen Stengeln, aus der Wurzel erheben, ſind bald breiter, bald

schmäler, und beinahe immer von einer andern Gestalt, als die, die nach ihnen folgen. Sie dienen zu wirklichen Behältern des Saftes, der zum Wachsthume des Stengels beitragen muss; und heissen Wurzelblätter. Die zweiten Blätter, die sich nachher zeigen, nähern sich schon mehr der Gestalt derjenigen, die der Pflanze eigentlich zugehören und die zu ihrer Reife kommen sollen; schmiegen sie sich an die Pflanze an, so kann man von dem Gedeihen derselben versichert seyn. Sind die dritten Blätter hervorgekommen und stark genug geworden, um sich selbst ernähren zu können, so bedürfen sie keines Beistands mehr von denen, die zuerst hervorsprossten. Diese ersten, deren Feuchtigkeit vielmehr ein saftiges Produkt als ein eigentlicher Pflanzensaft ist, und nur einen grasartigen Geruch hat, welken, sobald die Pflanze zu gedeihen beginnt, schrumpfen zusammen, vertrocknen und trennen sich vom Stamme oder Stengel, weil sie keine Nahrung mehr in sich nehmen und alle Gemeinschaft mit dem Stengel aufhört.

In den Pflanzen, die zwei Jahre oder länger leben, sind die Phänomene der Vegetation zwar dieselben, aber darin merkwürdiger, dass sich die Arbeit der Natur in ihnen leichter verfolgen läfst. Die Blätter dieser Art Pflanzen bestreiten beinahe den ganzen Unterhalt der Pflanze. Ihre Wurzeln sind holzig und können mit ihren Saftkanälen nur sehr wenig Feuchtigkeiten einziehen; die Stengel würden daher bald vertrocknen, wenn nicht die Natur in ihren Blättern eine unendliche Anzahl Saft-

bläschen oder Luftröhren angebracht hätte, durch welche die zum Wachsthume und zur Reife erforderliche Nahrung ihnen beständig von neuem zugeführt wird. Die Blätter, die sich zuerst zeigen, werden, wie bei den vorhergehenden Pflanzen, durch das Aufsteigen der saftigen Flüssigkeit hervorgebracht, die durch die Wurzeln eingesogen wird, die Verwandlung dieser Flüssigkeit aber in den eigenthümlichen Saft geschieht nur durch die Functionen, welche die spätern Blätter verrichten. Die Wurzelblätter sind in der ganzen Länge des Stamms oder Stengels aufserordentlich zahlreich, und fallen wie bei den Pflanzen der ersten Art sehr zeitig ab, indess die andern sich durch eine mehr vollendete Entwickelung vervollkommnen.

Die Blätter der Bäume folgen gänzlich denselben Gesetzen der Vegetation; die ersten welken schon ab, wenn die, die in der Folge entstehn, kaum noch den Zustand ihrer Kindheit erreicht haben.

Das entschiedne Gedeihen der Blätter der Vegetabilien kündigt sich also durch das Abfallen derer an, die der Wurzel am nächsten sind; durch die Stärke ihrer Farbe, die ein dunkleres Grün ist; durch ihre Neigung gegen den Stamm, und ihre mehr senkrechte als horizontale Lage; durch ihr dickfleischiges und gedrängtes Gewebe; und durch ihr merkbares und mehr gleichartiges Aroma.

Der Zeitpunkt ihrer Vollendung oder vollkommensten Kraft ist der, wenn sich die Blumen der Pflanzen zu entfalten anfangen. Diese zweite Epoche verkündigt eine neue Arbeit der Natur. Die Blätter

fangen an abzunehmen; ihr Vegetationswasser verringert sich etwas, und sie treten in die zweite Periode ihres Daseyns, die sie unmerklich zum Alter führt. In dem Augenblicke des Beginnens der Blüthe sind die Functionen ihrer Vitalität erfüllt; sie ernähren sich nicht mehr durch Einsaugung der Feuchtigkeit; sie nehmen nicht mehr an Grösse zu, und erhalten sich nur noch von dem, was sie zu ihrem Bestehn in sich angehäuft haben. Ihre Grundstoffe concentriren sich noch mehr, und sie sind nun in Rücksicht der Blumen die Behälter der eigenthümlichen und hinlänglich ausgearbeiteten Säfte, um diesen alles das zuzuführen, was zur Entwickelung der Zeugungs- oder Fruchtorgane erforderlich ist. Man begreift, dass zu einer so wichtigen Function es nöthig ist, dass die erste Arbeit der Natur nichts Unvollkommnes liefere. Der Akt der Vegetation ist dann vollendet, die Blätter und der Stamm oder der Stengel der Pflanze vertrocknen, indem sie den Blumen und nachher den Früchten alles das überliefern, was die Natur durch eine lange Arbeit sie hat zubereiten lassen, ihrem Zwecke getreu, der in allen organisirten Wesen die beständige Wiedererzeugung der Gattung ist.

So wie wir das Abfallen der Wurzelblätter nicht der Abwesenheit des Wärmestoffs, sondern der Erschöpfung des eigenthümlichen Saftes dieser Blätter zu Gunsten des Stammes und der Blätter, die er treibt, zuzuschreiben haben: so müssen wir das Abfallen der andern Blätter der Pflanze in den Zeitpunkt versetzen, wenn zwischen ihnen und dem Stamme keine Gemeinschaft mehr durch Zuführung der Flüssigkeiten vermittelst der Gefäfse statt findet. Ist die Befruchtung vollendet und die Frucht zu ihrer Reife gediehen, so fällt auch sie aus demselben Grunde ab, weil nämlich die Organe der Safteinziehung sich verstopfen und unthätig werden. Die Blät-

ter, die noch auf dem Baume sich befinden, nachdem die Befruchtung vollendet ist, lassen nun die Säfte entweichen, welche sie bisher in dem Zustande des Grünseyns erhielten; sie entfärben sich, werden gelb oder roth, wie das Weinlaub und diese neue Färbung ist wahrscheinlich einer wahren Zersetzung des blausauren Eisens zuzuschreiben, das in den Zustand des gelb oder roth oxydirten Eisens gebracht wird. (?) Sie müssen nachher abfallen, wenn sie gänzlich oxydirt sind. Wenn der eigenthümliche Saft der Blätter mehr harzig als wässerig ist, so werden sie an dem Stamme hängen bleiben, weil ein jedes Vegetabile nur ganz unmerklich seinen eigenthümlichen Saft verliert, bei diesen Pflanzen die innere Temperatur höher als in den wässerigen ist, und solche Blätter für das Wasser viel undurchdringlicher sind. Endlich bemerkt man noch, daſs die Blätter der Pflanzen, die weder Blüthen noch Früchte, oder nur sehr kleine Blüthen und Früchte tragen, eine viel längere lebhafte Dauer haben, als die Pflanzen, welche überhaupt oder doch wenigstens sehr groſse Blüthen und Früchte hervorbringen.

Man sieht hieraus, daſs das Blättertreiben der Pflanzen eine einfache Operation der Natur ist, die sich alle Jahre nothwendig erneuert; die Pflanze mag nun ihre Blätter abgelegt haben oder nicht.

Die ersten Blätter, die aus den Pflanzen hervorkommen, haben noch nicht die medicinischen oder officinellen Eigenschaften, welche die nachfolgenden erhalten. Der Arzt, der ihren Gebrauch vorschreibt, und der Apotheker, der sie zubereitet, er mag nun ihren Saft auspressen oder Extrakte von ihnen verfertigen, betrügen sich: es ist sogar zu befürchten, daſs ihr Gebrauch schädlich werden kann.

Die Zeit der Reife der Blätter ist die, wenn sie in ihrer vollesten Kraft sich befinden. Man muſs nicht die Reife der Blätter mit der der ganzen Pflanze ver-

wechseln. Die letztere ist reif, wenn ihre Frucht zur Wiedererzeugung ihrer Gattung tauglich ist; die Blätter besitzen hingegen alle ihre eigenthümlichen Eigenschaften, wenn die volle Blüthe der Pflanze beginnt. Dies ist also die Zeit, wo man die Blätter zum officinellen und wirthschaftlichen Gebrauche einsammeln muss. Wenn die Eigenthümer der Flachs- und Hanffelder und die Anbauer der Futterkräuter recht ihren Vortheil verstünden, so würden sie nicht dann erst die Pflanzen ausgraben oder abmähen, wenn sie schon blühn oder gar schon Früchte tragen; sie würden es thun, wenn die Blüthe eben erst aufbrechen will. Denn dann geben die Stengel der spinnbaren Pflanzen viel feinere Fäden, und die Futterkräuter sind dann viel zarter, wohlriechender und nahrhafter für die Thiere. Die Anbauer könnten dann überdies noch auf ein zwei- bis dreimahliges Nachhauen sich Hoffnung machen.

Endlich tritt der Abfall der Blätter von selbst ein. Ihr vegetabilisches Leben folgt denselben Gesetzen, die das Thierreich beherrschen. Sie trennen sich von den Stämmen durch die Vertrocknung, die durch ihre Erschöpfung oder durch ihre vollkommne Oxydirung bewirkt wird. Der Frost kann ihre Trennung vom Stamme beschleunigen; aber dies ist nur eine hinzukommende und zufällige, nicht aber eine nothwendige Wirkung desselben, weil es Blätter giebt, die der physischen Kraft der Kälte widerstehn. Der Einfluss des Frostes auf die Pflanzen muss, wegen des verschiednen Grades ihrer Temperatur und wegen der verschiednen Natur ihrer zusammengesetzten Grundstoffe, sehr verschieden ausfallen.

′ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, ACHTES STÜCK.

I.

Ueber *die Entladung der Voltaischen Säule durch Vermittelung einer beträchtlichen Strecke eines Stroms,*

vom
Professor Erman
in Berlin.

Die Schliessung des electrischen Kreises an der Voltaischen Säule durch eine sehr ausgedehnte Wassermasse ist bereits versucht worden; ich selbst habe früher diese Action in einem 18 Fuss langen Gasapparate beobachtet, (*Annalen*, VIII, 206.) Dieses geschah aber in Glasröhren, wo ein sehr dünner Wassercylinder mit isolirenden Wänden ganz umgeben war. Begierig, zu wissen; wie der Erfolg seyn würde, wenn eine für unendlich zu haltende, ganz freie und unisolirte Masse von Wasser mit in den electrischen Kreis bei Schliessung der Kette gezogen würde, wählte ich zu diesem Versuche eine Stelle

in der Havel bei Potsdam, wo der Strom sich in eine breite seeartige Wasserfläche ergiesst. Auf einem Prahm, der weit hinaus im Strome durch Pfosten unbeweglich erhalten wurde, errichtete ich eine Zink-Silber-Säule von hundert Schichtungen. Von dem einen Pole hing ein Draht in das Wasser; zum entgegengesetzten Pole gehörte ein Draht, der in einer Länge von $124\frac{1}{2}$ Fuss über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben ausgespannt, und an einem eingerammten Pfosten von äusserst trocknem und vollkommen isolirendem Holze befestigt war.

Mein Vorsatz war, diesen Polardraht noch viel weiter auszudehnen, und ich hatte über 600 Fuss desselben vorräthig: es fand sich aber, dass die gewählte Nummer etwas zu schwach war; ich versuchte öfters den Draht in einer Länge von 500 Fuss über dem Wasser auszuspannen, und jedes Mahl riss er in der Mitte durch sein eignes Gewicht, vermuthlich weil beim Ausglühen einige Stellen zu sehr oxydirt wurden. Ich musste mich also vor der Hand mit der kleinern Distanz von $124\frac{1}{2}$ Fuss begnügen, der ich aber nachher doch noch eine Länge von 100 Fuss hinzufügte.

Der ausgespannte Polardraht berührte übrigens den Pol der Säule nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst eines Gasapparats. Blieb nun alles in dem erwähnten Zustande, so dass der ausgespannte Draht an seinem von der Säule abgewendeten Ende nicht mit dem Wasser in Berührung kam, so fand

keine Wasserzersetzung im Apparate statt. Sobald man aber dieses Ende mit dem darunter stehenden Wasser durch eine angebrachte metallische Zuleitung in Verbindung setzte, so ging in einem Nu die Zersetzung von statten, und zwar gerade mit derselben Energie, als wäre der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden, so dass die Wirkung sich vollkommen gleich blieb, der schliessende Bogen mochte eine Ausdehnung von 1½ Fuss, oder von 249 Fuss haben. Diese Erscheinung wird um so auffallender, wenn wir bedenken, dass die Hälfte dieses 249 Fuss langen Bogens eine ungeheure Masse von unisolirtem Wasser ist, wo sich dem Anscheine nach die äusserst geringe Menge von erregter Electricität ganz und gar zu verlieren droht.

Dass aber keine Täuschung hier statt findet, und dass die electrische Action wirklich durch die ganze Wassermasse sich fortpflanzte, davon giebt das Detail des Versuchs den vollkommensten Beweis.

1. Zog man den Draht, der vom untern Pole geradezu in den Strom hing, aus dem Wasser heraus, so hörte ebenfalls alle Wasserzersetzung auf.

2. Hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgespannten Polardrahts, während man mit der andern irgend einen Punkt der grossen Wasserfläche berührte, so bekam man eine Commotion, die beinahe eben so stark war, als hätte man die Pole unmittelbar durch gemeinschaftliche Berührung mit beiden Händen entladen.

3. Das Nämliche fand ftatt, wenn das Ende des langen Polardrahts ins Waffer hing, und man 129 Fufs davon den Draht des entgegengefetzten Pols in die eine Hand nahm, und mit der andern die Oberfläche des Waffers berührte.

4. Hing das Ende des langen Polardrahts ins Waffer, und wurde der entgegengefetzte Polardraht aus dem Waffer gezogen, fo gab das Electrometer, welches man an dem Ende des langen Drahts, oder an dem darunter ftehenden Waffer applicirte, eine fehr ftarke +-Divergenz. Prüfte man aber das Waffer, welches um 3 bis 4 Fufs im Umkreife vom Polardrahte entfernt war, fo wurde die Divergenz immer fchwächer, und in einer Entfernung von 6 Fufs Radius fchien mir jede Spur von Divergenz aufgehört zu haben.

Das Nämliche fand in der Gegend des Waffers ftatt, wo der entgegengefetzte Polardraht hing, nur dafs die Divergenz der Art nach das Umgekehrte der vorigen war.

5. Ich war daher begierig, zu wiffen, wie fich die electrofkopifchen Erfcheinungen verhalten würden, wenn beide Drähte in das Waffer hängend die Zerfetzung im Gasapparate geben würden. Nach der Analogie meiner frühern Verfuche hätte fich in der Gegend des —-Drahts das Waffer negativ zeigen follen, und an der entgegengefetzten, wo der +-Draht hinein reichte, hätten pofitive Divergenzen entftehen müffen. Diefes fand aber nicht ftatt: fobald die Kette gefchloffen war, verfchwand jede

Spur von Electricität. Dieses könnte vielleicht das Charakteristische des unter diesen Umständen angestellten Versuchs abgeben, da bei eingeschlossnen und innerhalb gewisser Grenzen kleinern Wassermassen die Polarität des Wassers unverkennbar ist; Vielleicht würde aber auch eine kräftigere Säule die erwarteten Erscheinungen gegeben haben, und ich werde nicht ermangeln, gelegentlich die Veranstaltung dazu zu treffen.

6. Dass das Froschpräparat in heftige Zuckungen gerieth, als der electrische Kreis an ihm durch den 249 Fuss langen Bogen geschlossen wurde, und dass die Wirkung eben so momentan erschien, als hätte der Bogen die geringst-mögliche Ausdehnung gehabt, bedarf kaum einer Erwähnung. — Ich knüpfte nun an das isolirte Ende des 124½ Fuss langen Polardrahts einen andern Draht von beinahe 100 Fuss Länge. Dieser war auf einer Rolle aufgewunden. Nun ruderte ich mich in einem Nachen fort, während ich den Draht abwickelte, so dass er in jedem Punkte, wo ich mich befand, und nach jeder beliebigen Richtung eine Verlängerung des Polardrahts abgab. Ein ganz unversehrter Frosch, den ich, nachdem ich mich isolirt hätte, so hielt, dass seine Hinterfüsse diesen Draht berührten, gerieth in die heftigsten Zuckungen, sobald der Kopf oder die Vorderfüsse an die Wasserfläche gebracht wurden. Hier würde der Kreis durch einen Bogen von 449 Fuss geschlossen, wovon 224½ aus einer ungeheuren Wassermasse bestan-

den, und doch blieb ſich die Wirkung der Entladung dem Grade und der Schnelligkeit nach ſcheinbar ganz gleich.

7. Auffallender war es, daſs die einfache Application einer einzigen Silber- und einer Zinkplatte, die durch den mächtig langen Bogen wirkten, ſchon hinreichend war, das Präparat in die heftigſten Zuckungen zu verſetzen.

8. Wenn man den Kreis von Pol zu Pol an einer Waſſermenge ſchlieſst, die ſich in einem Behälter von mittelmäſsiger Gröſse, (z. B. in einem gewöhnlichen Becken,) befindet, ſo empfinden bekanntermaſsen die Thiere, die ſich in dieſem Waſſer befinden, eine Erſchütterung. Die Fiſche ſind vorzüglich auf dieſe Art ſehr leicht zu reizen. Ich nahm aber nichts dergleichen wahr, als ich den Kreis an der Fläche der Havel in dem Augenblicke ſchloſs, wo Schwärme von kleinen Fiſchen in einer geringen Entfernung von der Stelle, wo der Verſuch angeſtellt wurde, ruhig hinzogen; ich konnte ihnen nie eine Zuckung oder ein Tauchen, oder irgend eine ähnliche Aeuſserung des empfundnen Reizes abmerken. Die Fröſche, die nahe am Ufer im Waſſer ſaſsen oder herumſchwammen, ſchienen den veränderten electriſchen Zuſtand des Waſſers eben ſo wenig zu empfinden, wie auch wir die correſpondirenden electriſchen Modificationen des expanſibeln Elements, das wir bewohnen, nicht bemerken; auch hier zuckte nur das Individuum, das der Blitz traf. Doch muſs ich bemerken, daſs keins

von den erwähnten Thieren es wagte, sich mir zu nähern, und dafs sie stets aufserhalb der Grenze blieben, wo bei dem geschlofsnen Kreise das Electrometer afficirt wurde.

9. Sehr ausgezeichnet und merkwürdig war der Umstand, dafs bei Schliefsung der Kette, selbst bei einer solchen Ausdehnung des Bogens, die Wirkung auf das Electrometer so völlig instantan war, als sie nur immer unter ganz gewöhnlichen Umständen befunden werden kann. In einem untheilbaren Nu geschah die Berührung der Wasserfläche und das Zusammenfallen des am Pole stark divergirenden Electrometers. Mit der Wasserzersetzung verhielt es sich durchaus eben so. Ich stellte den Gasapparat und das Electrometer so dicht an und hinter einander, dafs ich beide, so zu sagen, durch den nämlichen Lichtstrahl sah, und in dem Momente des Schliefsens waren beide Erscheinungen da. Mehrere Personen, die gegenwärtig waren, und die auf meine Bitte ihre ganze Aufmerksamkeit auf diese Beobachtung richteten, konnten nie die mindeste Abweichung von der Gleichzeitigkeit beider Phänomene wahrnehmen. Die respective Entfernung der gut polirten sehr dünnen Silberdrähte im Gasapparate war zwei Zoll. Als ich nachher noch ein Froschpräparat hinzufügte, waren die drei Erscheinungen ebenfalls vollkommen gleichzeitig.

Es gelingt also mit einer schwachen Voltaischen Säule der Versuch, der so viel Aufsehen machte, als ihn Franklin an der *Skuylkill*, und zur näm-

lichen Zeit de Lüc,*) (im Jahre 1749,) am Genfer See anstellte.

Ueberlegen wir diesen mit Volta's Säule angestellten Versuch, so kann vielleicht für die Theorie etwas erspriesslicbes daraus gefolgert werden: ich wenigstens sehe ihn als einen Hülfsbeweis gegen die Hypothese einer *wirklichen Strömung* der electrischen Flüssigkeit von Pol zu Pol an. Unmöglich ist es allerdings an und für sich nicht, dass in dem zu Genf angestellten Versuche im Augenblicke der Entladung eine reelle Strömung Statt gefunden habe, durch einen Theil des Genfer Sees, durch eine Strecke der Rhone, und durch die langen Röhren der hydraulischen Maschine, die das Wasser des Flusses hebt und in den Behälter ergiesst, an welchem die Kette geschlossen wurde. Die Zeit ist ins unendliche theilbar, die Materie ist es ebenfalls, und ist vermuthlich auch in der Realität ins unendliche durchdringlich: in jedem chemischen Prozesse differentiirt und integrirt die Natur. Die

*) Dass Jalabert sich für den Erfinder des in Genf angestellten Versuchs ausgab, ist aus Nollet's Correspondenz zu ersehen; dass er sich aber dabei das schändlichste Plagiat zu Schulden kommen liess, ist mir letzthin noch durch Herrn de Lüc bestätigt worden. Dieser allein hatte den Versuch ersonnen, durchdacht, und mit Hülfe seines Bruders ausgeführt. Nach Beendigung desselben theilte er ihn Jalabert mit, der für gut fand, ihn sich zuzueignen. *E.*

Expanſivkraft der electriſchen Materie zeigt ſich aber doch in allen Verſuchen viel zu geringe, um eine ſo erſtaunende Schnelligkeit, und eine ſo unveränderte Richtung durch das leitende und zerſtreuende Mittel, genugſam zu erklären. Sie erſcheint ja nicht als ſtrahlende Flüſſigkeit, ſie kann ja bei ihrem Durchbruche von Leiter zu Leiter kaum ein paar Zoll weit überſpringen, ohne im Zickzack von ihrer Richtung abgelenkt zu werden. Bei dieſer geringen Expanſivkraft müſste doch die übermäſsige Verlängerung des ſchlieſsenden Bogens durch eine Verzögerung der Wirkung bemerkbar werden; ſie wird es aber nicht: und könnte man von Kamtſchatka nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, und ſo zurück, eine Kette von einer Belegung der Flaſche zur andern ziehen, ſo würde bei Schlieſsung dieſer Kette, die Wirkung eben ſo beſtimmt und eben ſo inſtantan durch den Ocean und das ſüdliche Meer ſtatt finden, als wenn man bloſs mit dem Daumen und Zeigefinger einer Hand die Flaſche entleide.

Beſteht dagegen der Ladungsmechanismus darin, daſs beide Belegungen wechſelſeitig ſo auf einander durch das Spiel der Atmoſphären wirken, daſs die eine keine + -*E* abgeben kann, wenn die entgegengeſetzte nicht eine correſpondirende Quantität — *E* abſetzt, ſo wird die Entladung darin beſtehn, daſs ſucceſſiv und in einer Folge von unendlich kleinen Zeittheilchen die + - Seite ein Infiniteſimaltheilchen abgiebt: die um ſo viel weniger gebundene — - Seite zieht nun ein correſpondirendes Theilchen

+ *E* an. Dadurch wird ein neuer Antheil an der + - Seite ungebunden und zum Abscheiden bereit; geschieht dieses Abscheiden wirklich, so kann nun die — - Seite ein neues correspondirendes Quantum anziehen, und so fort, bis zur Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Dieses findet in einer *endlichen* mehr oder weniger grossen Zeit, bei der freiwilligen Entladung der Flasche ohne unmittelbare Schliessung des Kreises, statt. Schliesst man den Kreis wirklich, so geschieht alles eben so, nur *unendlich* schneller, aber doch in einer Folge von Momenten, die nur für unser Wahrnehmungsvermögen zu einem Augenblicke wird. Bringt man an jede Belegung der Flasche einen isolirten als endlich zu betrachtenden Körper, so entsteht bald an jedem dieser Körper durch das erste Abgeben und das erste Entziehn eine Veränderung ihres electrischen Zustandes, die, als wahre Spannung wirkend, nicht erlaubt, dass im folgenden Momente an denselben Körper eine neue Absetzung oder eine neue Entziehung vollzogen werde, und der ganze Erfolg beschränkt sich auf die erste Abgebung einer kleinen Quantität + und — *E*. Darum kann durch zwei auch noch so grosse, aber doch als endlich zu betrachtende Körper die Entladung der Flasche nie erschütternd geschehen, wenn an ihnen der Kreis nicht geschlossen wird. Findet aber diese Schliessung statt, so wird die Capacität des Bogens für neues + sich immer gleich bleiben, weil die — - Seite beständig ein

correspondirendes Antheil bindet. Könnte man aber an jeder Belegung einen als unendlich zu betrachtenden Körper anbringen, so würde die Anhäufung, die durch das Abgeben der einen Belegung an diesen Körper statt findet, von gar keinem Belange seyn; es würde, (eben wegen der unendlichen Oberfläche,) keine widerstehende Spannung statt finden. Das nämliche gilt von den correspondirenden sogenannten Entziehungen am entgegengesetzten Körper, und an zwei solchen unendlichen; aber von einander ganz isolirten Körpern könnte die völlige Entladung ohne Schliessung des Körpers, in so schnell auf einander folgenden Zeittheilchen statt finden, daſs es für unser Wahrnehmungsvermögen instantan wäre, das heiſst, die Entladung würde bei Anwendung dieser unendlichen Körper gerade so statt finden, als bei Anlegung eines Bogens von Belegung zu Belegung.

De Lüc, mit dessen Systeme diese Vorstellung der Sache genau paſst, schrieb mir einmahl, er sey fest überzeugt, daſs, wenn man zwischen dem Monde und der Erde eine geladene Flasche aufstellen könnte, von deren einer Belegung eine Kette in einen unsrer Flüsse, und von der andern eine Kette bis an den Mond reichte, so würde ein Mondbewohner eine vollkommne Entladung mit Erschütterung erhalten, wenn er, mit der einen Hand diese Kette haltend, mit der andern die Oberfläche eines Meeres oder eines Flusses im Monde berührte.

Auf diese Art fällt die crasse Vorstellung einer Entladung durch einen wirklichen Strom weg, der von Belegung zu Belegung durch mehrere tausend Kubikfuss einer leitenden Flüssigkeit in einem Momente durchblitzen soll. Die Anwendung dieser Ansicht auf die Theorie, die ich mir vom Ladungsmechanismus der Galvanischen Säule gemacht habe, (*Annalen*, XI, 89,) ist sehr leicht, und das wichtige Phänomen des Polarisirens der Wassersäule im Gasapparate ist ihr sehr günstig.

II.

Vergleichende Anatomie der electrischen Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses,

von

E. Geoffroy,
Professor der Zoologie am naturhistor. Museum in Paris. *)

Seitdem man sich aufs neue so eifrig mit Untersuchungen über die Galvanischen Erscheinungen beschäftigt, muss eine genauere Kenntniss der Organe einiger Fische, welche electrische Eigenschaften zeigen, vorzüglich interessant seyn. Man sollte glauben, dass Thiere, die in einer so ausserordentlichen Eigenschaft übereinkommen, sie einer ähnlichen Organisation verdanken, und daher alle sehr nahe verwandt seyn oder zu Einer Familie gehören müssten. Dies ist aber nicht der Fall. Vielmehr gehören die electrischen Fische zu sehr verschiedenen Gattungen, nämlich zu denen *Raja*, *Tetrodon*, *Trichiurus*, *Gymnotus* und *Silurus*, von deren jedem wir eine Art kennen, die electrisch ist.

Um diese grosse Verschiedenheit der Fische, die sich von denen gleicher Gattung durch die Gegen-

*) Aus den *Annales du Museum national d'Histoire naturelle par les Professeurs de cet Etablissement*, T. 1, No. 5, p. 392 — 407. *d. H.*

wart electrischer Organe unterscheiden, zu erklären, müsste man annehmen, dass die electrischen nicht zu den wesentlichsten und Hauptorganen, sondern höchstens zu den gemeinschaftlichen Bedeckungen gehören, welche in jeder Art anders sind, ohne dass dieses in der übrigen Organisation auffallende Modificationen nach sich zöge; eine Annahme, zu der uns jedoch auf den ersten Anblick das nicht zu berechtigen scheint, was wir bisher von den electrischen Organen wussten.

Nach der Behauptung der meisten Anatomen ist das electrische Organ des *Zitterrochens* sehr ausgebreitet, sehr zusammengesetzt, und besonders dadurch merkwürdig, dass man nichts Analoges dazu findet. Die italienische Schule, deren Häupter Redi und sein Schüler Lorenzini waren, hielt lange Zeit die vielen Röhren, aus denen dieses Organ besteht, für eben so viel kleine Muskeln besondrer Art, (*musculi falcati*,) und diese Meinung blieb die herrschende, bis John Hunter seine treffliche anatomische Beschreibung des Krampfrochens bekannt machte.

Auch ich habe auf meinen Reisen Gelegenheit gehabt, Zitterrochen zu sehn, und fand bald die electrischen Batterien, womit sie so reichlich ausgerüstet sind. Da ich bei Berührung dieser Art von Apparat die stärksten Erschütterungen erhielt, und die andern Rochen mir nichts Aehnliches zeigten, zweifelte ich nicht, die Organe vor mir zu sehn,

mittelst deren sich dieser Roche in den Gewässern so furchtbar macht und nach seinem Belieben die zu seiner Beute auserſehenen Thiere betäubt. Damahls wuſste ich aber weder, ob ſchon Andere vor mir dieſe Organiſation bemerkt hatten, noch was zu thun ſey, um ihre Beobachtungen für die Wiſſenſchaft zu vervollkommnen, und konnte, eingeſchloſſen in dem belagerten Alexandrien und meiner Bibliothek beraubt, darüber auch keine Belehrung erhalten. Wenigſtens, dachte ich, ſind doch die allgemeinen phyſiologiſchen Verhältniſſe dieſer Organe noch unbekannt, und um dies zu erforſchen, ſuchte ich unermüdet nach irgend etwas Analogem in den andern Arten von Rochen, weil ich überzeugt war, daſs die wunderbare Eigenſchaft des Zitterrochens, die kleinern Seethiere gleichſam durch einen Blitz zu erſchlagen, weniger von dem Vorhandenſeyn dieſes Organs, als von der beſondern Einrichtung deſſelben abhange. Man braucht eben nicht viel Thiere mit einander verglichen zu haben, um ziemlich überzeugt zu ſeyn, daſs man bei ihnen nie neue Organe findet, beſonders in Gattungen, die einander ſo ähnlich ſind, wie die Rochen. Es ſchien mir daher viel natürlicher, zu glauben, daſs die mit einer gallertartigen Subſtanz angefüllten Röhren des Zitterrochens ſich auch in den andern Rochenarten, nur verſteckt, vorfinden, und in der That glückte es mir, wie man gleich ſehn wird, bei dieſen eine ähnliche Organiſation aufzufinden, mit Verſchiedenheiten, von denen die

verschiedene Weise, zu seyn und zu leben, jeder Art, abhängen muſs.

Wie bekannt, sind die Rochen platte Fische, deren Brustflosse sich vorn an den Seiten des Kopfs, als ein Knorpel, der die Seiten einfaſst, verlängert. Der Zitterrochen unterscheidet sich von seinen Geschlechtsverwandten durch eine beträchtliche Unterbrechung dieses Knorpels am Kopfe. Diese ganze ungeheure Leere ist mit Prismen von 6 oder 5, zuweilen auch nur von 4 Seiten ausgefüllt, die mit ihren Grundflächen an der obern und an der untern Haut fest sitzen. Sie stehen parallel neben einander, folgen den unregelmäſsigen Umrissen des Kopfs und der Kiemen, und bilden ganz zu äuſserst eine halbelliptische Schicht. Nimmt man die Haut weg, so sehn diese Prismen, deren Grundfläche dann entblöſst ist, wie eine Honigscheibe aus. Es sind lauter kleine Röhren, mit einer Substanz gefüllt, die ich bei der chemischen Analyse aus Gallert und Eiweiſs zusammengesetzt fand. Die Textur dieser Röhren ist sehnenartig, (*aponeurotisch;*) unter einander sind sie wie durch ein schlaffes Netz von sehnichten Fasern, von denen man sie überall umgeben sieht, verbunden; jede ist mit einer aponeurotischen Platte bedeckt und verschlossen, und nach auſsen umgiebt die Haut diese erste Hülle. Dieses Organ ist mit Nerven versehn, die sich durch ihre groſse Dicke auszeichnen, und von denen man 4 Hauptstämme unterscheidet, und die sich zwi-

schen

schen allen Röhren vertheilen, in sie hineindringen und sich darin verbreiten.

Die Rochen, bei denen der Knorpel der Brustflosse unmittelbar die Seiten des Kopfes begränzt, haben nicht die Prismen oder vertical stehenden Röhrchen des Zitterrochens; doch weicht ihre Structur gar nicht so sehr von der des Zitterrochens ab, als man geglaubt hat. Bei beiden kömmt ein wenig vor dem Ohre ein Nerve aus dem Hirnschädel, der selbst dicker ist, als der Sehnerve, sich seitwärts wendet, über die obere Fläche des Käumuskels weggeht, und sich zwischen diesem Muskel und der ersten Kieme unterwärts in eine Masse verbreitet, welche man auf den ersten Anblick für eine Drüse halten sollte, die aber wirklich der Focus ist, von welchem aus eine grosse Menge Röhren, die denen des Zitterrochens analog sind, in mehrern Bündeln ausgeht. Eins dieser Bündel geht zur Nase, ein anderes verbreitet sich über den Bauch, ein drittes steigt wieder über den Käumuskel zurück, und endigt sich hinter dem Hinterhaupte, und ein viertes verbreitet sich auf den Muskeln der Brustflosse. Bei den verschiednen Arten kommen dabei einige Verschiedenheiten vor, doch immer sitzen diese Röhren, wie beim Krampfrochen, an der Haut, sowohl an der obern als an der untern, fest; nur dass sie, statt senkrecht zu stehn, was aus Mangel an Raum nicht möglich ist, dem Umfange des Kopfes gemäss liegen, sich auf den äussersten Muskeln verbreiten, und um so länger sind, je grö-

fser der Umweg ist, den sie machen müssen, um sich mit der Haut zu verbinden. Diese langen Röhren scheinen übrigens von gleicher Textur, wie die des Zitterrochens zu seyn, und enthalten auch in ihrem Innern eine ähnliche Masse von Gallert und Eiweiss. Bis hierher sahen wir also fast keinen andern Unterschied dieser Organe in den gemeinen Rochen und im Zitterrochen, als höchstens, dass die Röhren im Zitterrochen sehr kurz, senkrecht, dicht an einander stehend und parallel sind, während sie in den andern Rochen weit länger sind, sich um die vorzüglichsten Kopfmuskeln herumkrümmen, und sich in mehrere, aus divergirenden Strahlen zusammengesetzte Bündel trennen.

Unterschieden sich diese Organe in den verschiednen Rochenarten wirklich nur durch eine veränderte Ordnung in der Lage, so bliebe uns wohl nichts anderes übrig, als zu behaupten, dass alle Rochen mehr oder minder electrisch seyn müssen, so gut als der Zitterrochen. Allein in der That unterscheiden sich diese Organe noch durch ein Merkmahl, von welchem die wunderbaren Eigenschaften des Zitterrochens wenigstens zum Theil abhängen. Bei den gemeinen Rochen öffnen sich die Röhren nach aussen in der Haut durch eigne Löcher, die eben so viel Aussonderungsorgane der gallertartigen Masse im Innern derselben sind. Bei dem Zitterrochen hingegen sind alle Röhren vollkommen verschlossen, nicht bloss durch die Haut, die bei ihnen an keiner Stelle durchlöchert ist, sondern noch

mehr durch die Sehnenhäute, die fich auf der ganzen Oberfläche des electrifchen Organs ausbreiten. Die gallertartige Maffe kann fich daher in ihnen nicht nach aufsen ausleeren, fondern mufs fich in den Röhren anhäufen, woher unftreitig ihr grofser Durchmeffer und der Umftand rührt, dafs die Zahl derfelben mit dem Alter des Fifches immer zunimmt, wie Walfh und Hunter gefunden haben. Sie zählten bei jungen Exemplaren 200 Röhren und darüber; bei erwachfenen 400 bis 500; und bei einem beträchtlich grofsen Zitterrochen bis auf 1200 Röhren. Wir verdanken, wie ich fchon oben anführte, John Hunter, (*Philof. Transact.*, 1773, p. 481,) die befte Befchreibung der electrifchen Organe des Zitterrochens. Monro hat zwar in feiner *Phyfiologie der Fifche* fchon das ähnliche Organ, das fich in den andern Rochenarten findet, abgebildet; ich glaube aber der Erfte zu feyn, der diefe Organe verglichen und ihre Identität und ähnliche Organifation gezeigt hat.

Das electrifche Organ des Zitterrochens ift in der That ein Organ des Taftens, das mit einem eben fo bedeutenden Nervenapparate verfehn ift, als das Auge und das Ohr. Die Nerven, die in daffelbe gehn, find fo grofs, dafs fchon Hunter bemerkt, *ihre Gröfse fey eben fo wunderbar, als die Erfcheinungen, welche fie veranlaffen.* Eben fo verbreiten fie fich plötzlich in einen fchleimigen Gallert, und nichts hindert fie, mit den Aufsendingen in freier Verbindung zu feyn. Wahrfcheinlich fpielen fie bei

den electrischen Erscheinungen eine große Rolle. Hunter glaubt, daſs sie das Nervenfluidum bilden, um sich sammeln und es leiten. Wie dem auch sey, so ist ihr Einfluſs gewiſs, da es bekannt ist, daſs der Wille des Thiers durchaus nothwendig ist, wenn Schläge erfolgen sollen; dies ergiebt sich offenbar aus den Beobachtungen Walſh's und aus denen, die ich selbst zu machen Gelegenheit hatte.

Findet man indeſs diese Nerven in andern Rochen ungefähr eben so wie bei dem electrischen vertheilt, so folgt daraus, daſs sie allein nicht hinreichen, die Electricität zu erzeugen, sondern daſs dazu ein bestimmtes Verhalten derselben zu den sie umgebenden Theilen nöthig ist. Sollte vielleicht das Offenseyn der Röhren in den übrigen Rochen das Ausströmen des Nervenfluidums begünstigen? oder sollten die Nerven einer so groſsen Menge von gallertartiger Substanz, wie im Zitterrochen, bedürfen, um sich hierin in zahlreichen Verästungen auszubreiten, und dadurch zu gröſsern Kraftäuſserungen geschickt zu werden?

Um diese Vermuthungen einigermaſsen beurtheilen zu können, wollen wir die electrischen Organe des Zitterrochens mit denen des *Zitteraals* vergleichen, wie Hunter sie beschreibt, und mit denen, die ich selbst im *Zitterwelse* entdeckt habe. Die beiden letztern Fische sind von dem Zitterrochen so verschieden, daſs die Vergleichung derselben einiges Licht in diesem Punkte hoffen läſst.

Die *Kahlrücken*, (*Gymnoti*,) gehören zu der Ordnung der *Apoden*, und stehn dem Geschlechte der Muränen und Aale am nächsten. Sie haben also einen sehr verlängerten, fast cylindrischen schlangenförmigen Körper. Von den Muränen unterscheiden sie sich dadurch, dass ihnen die Rücken- und Schwanzflossen fehlen, und dass sie überdies einen ausserordentlich kurzen Bauch haben. Wirklich ist der Anus dem Kopfe so sehr genähert, dass er sich noch vor den Brustflossen öffnet. Dagegen haben die Kahlrücken einen ganz ausserordentlich langen Schwanz, dem alle übrigen Organe aufgeopfert zu seyn scheinen. Durch einen besondern Bau ist er bei diesen Fischen sehr leicht geworden. Die Schwimmblase, die bei andern Fischen nur auf die Bauchhöhle beschränkt ist, geht hier in den Schwanz und verlängert sich bis an das Ende desselben. Unter dieser Blase findet man beim Zitteraale ein sonderbares Organ, das mehr durch seine ausserordentliche Grösse als durch seine Structur die Aufmerksamkeit auf sich zieht, und wovon man bei den andern Fischen desselben Geschlechts keine Spur sieht, so dass man darin das electrische Organ nicht verkennen kann.

Dieses Organ ist durch die Vereinigung einer grossen Menge Sehnenhäute gebildet, die sich der Länge des Fisches nach hinziehn, in Gestalt horizontal liegender paralleler, ein Millimètre von einander entfernter Lagen. Andere vertikale Platten von gleicher Textur, und in weit grösserer Menge,

schneiden jene unter fast rechten Winkeln, und so entsteht ein weites und tiefes Netz, das aus zahlreichen Zellen von rhomboidalischen Seitenflächen besteht. Das Innere dieser Zellen ist mit einer schmierigen, dem Anscheine nach gallertartigen Masse angefüllt. Diese electrischen Batterien sind in vier abgesonderte Massen getheilt, zwei grosse und zwei kleine; Hunter nennt sie die grossen und die kleinen electrischen Organe.

Die grossen Organe liegen unmittelbar unter der Schwimmblase und den Muskeln der Wirbelsäule. Sie sind so dick, dass sie allein mehr als die Hälfte des Schwanzes einnehmen. Eine breite Scheidewand trennt sie und giebt ihnen starke Befestigungspunkte. Oberhalb sitzen sie an der Schwimmblase und ihren Muskeln durch ein dichtes Zellgewebe fest, und endigen sich endlich unterwärts mit zugerundetem Bau gegen den Ursprung der knochenartigen Körper hin, welche die Strahlen der Afterflosse unterstützen.

Die kleinen Organe nehmen die unterste Gegend im Schwanze ein. Sie entstehn und endigen sich fast an denselben Punkten als die grossen Organe, und liegen unterhalb dieser und an beiden Seiten der Knochenstützen der Afterflosse. Im Allgemeinen haben sie die Gestalt zweier langer dreieckiger Pyramiden. Die beiden Seitenflächen dieser Pyramiden sind mit Muskelfasern bedeckt, welche die verschiedenen Bewegungen der Flosse bewirken. Dadurch unterscheiden sich diese kleinen Organe

auffallend von den grofsen, die, indem sie unmittelbar an der Haut befestigt sind, in näherer Verbindung mit den Aufsendingen stehn, und dadurch kräftigere Wirkungen hervorzubringen vermögen.

Die horizontalen Platten der kleinen Organe sind nicht in ihrer ganzen Länge parallel, sondern hier und da wellenförmig gekrümmt. Hunter zählte deren in einem grofsen Organe 34, in einem kleinen Organe 14. Die Plättchen, welche diese rechtwinklig durchschneiden, sind viel zahlreicher. Man zählt deren in einem Raume von 25 Millimètres bis 240, so fein sind sie und so nahe liegen sie an einander.

Dieser electrische Apparat wird durch ein System von Nerven, das aus dem Rückenmarke entsteht und auf eine wunderbare Art vertheilt ist, in Thätigkeit gesetzt. Ueber der Wirbelsäule läuft ein dicker Nerve in gerader Linie vom Schädel an bis an das Schwanzende. Ungeachtet dieser Nerve beim Zitteraale gröfser ist und näher an der Wirbelsäule liegt, als bei andern aalartigen Fischen, so giebt er an die electrischen Organe doch nur wenige Aeste ab; dagegen kommt aus jedem Wirbelbeine ein Nerve, der nicht nur den Schwanzmuskeln, sondern auch den electrischen Organen Aeste giebt. Die verschiednen Zweige desselben laufen auf der Oberfläche dieser Organe hin, und verbreiten sich in ihren Zellen. So werden also die Wirbelbeinnerven durch diese Abweichung von ihrem gewöhnlichen Wege, und durch diese Vermehrung ihres

Volums im Zitteraale, eben so viele Werkzeuge, die Thiere, die der Fisch berührt, zu tödten oder wenigstens zu betäuben.

Da das electrische Organ dieses Fisches unter dem Schwanze, und daher ziemlich entfernt von den zur Erhaltung des Lebens wichtigsten Systemen liegt, so war es wohl die einfachste Einrichtung, dass die Nerven, die in dieses Organ treten, unmittelbar aus dem Rückenmarke kommen; und das ist die Anordnung, wie sie sich wirklich in diesem Fische findet.

Die Einfachheit der Mittel, die die Natur zu ihren Zwecken anwendet, ist noch bemerkenswerther bei dem *Zitterwelse*. Da dieser Fisch sich eben so sehr von den Rochen als von den Kahlrücken unterscheidet, so muss man in ihm auch eine ganz andere Organisation erwarten; und wirklich findet sich in ihm das electrische Organ, weder an den Seiten des Kopfes, wie beim Zitterrochen, noch unter dem Schwanze, wie beim Zitteraale, sondern es umgiebt den ganzen Körper des Fisches. Es liegt unmittelbar unter der Haut, und ist aus einer beträchtlichen Schicht Zellgewebe gebildet, welches so fest und dicht ist, dass man es auf den ersten Anblick für eine Lage Speck halten könnte. Betrachtet man es aber genauer, so sieht man, dass dies Organ aus wirklichen sehnichten oder aponeurotischen Fasern besteht, die sich überall durchkreuzen, und so ein Netz bilden, dessen Geflechte man nur durch die Loupe deutlich sehn kann. Die

kleinen Zellen oder Maschen dieses Netzes sind mit einem eiweiss- und gallertartigen Stoffe ausgefüllt. Mit den innern Theilen können sie in keiner Verbindung stehen, da eine sehr starke Sehnenhaut sich über das ganze electrische Netz ausbreitet, und demselben so fest anhängt, dass man sie nicht davon trennen kann, ohne sie zu zerreissen. Uebrigens hängt diese Sehnenhaut mit den Muskeln nur durch wenig lockeres Zellgewebe zusammen.

Die Nerven, welche in dieses Organ gehen, haben nicht mehr Aehnlichkeit mit den Nerven, welche wir bei dem Zitterrochen und Zitteraale fanden, als die besondere electrische Hülle des Zitterwelses mit den Röhren der electrischen Organe dieser Fische hat. Sie kommen aus dem Gehirne, und es sind dieselben, die nach Cuvier bei allen Fischen unmittelbar unter die Seitenlinie, (*ligne latérale*,) gehen. Im Zitterwelse haben aber diese beiden Nerven des achten Paars einen eigenthümlichen Lauf und eine ausgezeichnete Dicke. Sie nähern sich einander bei ihrem Austritte aus dem Hirnschädel, und steigen zum Körper des ersten Wirbelbeins herab, durch welches sie hindurchgehn. Sie dringen jeder durch eine besondere Oeffnung in ihn ein, und gehn dann beide durch eine gemeinschaftliche Oeffnung auf der entgegengesetzten Seite heraus. Nachdem sie sich begegnet haben, entfernen sie sich plötzlich und gehen unter die Seitenlinie herab; dann laufen sie zwischen den Bauchmuskeln und der allgemeinen Sehnenbinde, die sich über

das electrische Netz ausbreitet, hin, und dringen endlich bis unter die Haut, mittelst grosser Aeste, die rechts und links vom Stamme der Nerven abgehn. An jeder Seite sind 12 bis 15 solcher Aeste, welche die Sehnenhaut durchbrechen, mit der die innere Fläche des netzartigen Gewebes bekleidet ist, bis mitten in dasselbe hineindringen und sich durch dasselbe verbreiten.

Die vergleichende Untersuchung dieser drei electrischen Organe führt uns auf wichtige Resultate, in wie fern nämlich Organe, die alle Fische gemeinschaftlich besitzen, gewisse Modificationen erleiden müssen, um bei einigen Arten electrische Wirkungen äussern zu können.

1. Auf den Ort, wo sich die electrischen Batterien im Körper befinden, kommt nichts an, da sie beim Zitterwelse um den ganzen Körper herum, beim Zitteraale unter dem Schwanze, und beim Krampfrochen an den Seitentheilen des Kopfes liegen. 2. Kein Zweig des Nervensystems ist ausschliesslich für diese Organe bestimmt, da sich so viele verschiedne Nerven in sie verbreiten. 3. Eben so wenig wesentlich ist die Form der Zellen, da sie bei jeder dieser drei Arten verschieden ist.

Auf der andern Seite findet sich aber, dass diese electrischen Batterien, so verschieden sie auch auf den ersten Anblick scheinen, doch in andrer Hinsicht viel Aehnlichkeit, und im Grunde einerlei Art von Organisation haben. Die electrischen Fische sind die einzigen, bei denen man so ausgebreitete

und so viele Sehnenhäute, eine so beträchtliche Anhäufung von Gallert und Eiweiſs in den durch diese Sehnenfasern gebildeten Zellen, und endlich so dicke und so sehr verlängerte Nervenäste bemerkt.

Durch die Verbindung so einfacher Werkzeuge wird das electrische Organ aller dieser Fische gebildet, und es ist also, wie Lacépède, (in seiner *Histoire natur. des poissons*, p. 166,) scharfsinnig bemerkt, der Leidener Batterie oder der Blitzscheibe darin ähnlich, daſs es abwechselnd aus electrischen Leitern, (den Nerven und der weichen aus Eiweiſs und Gallert bestehenden Masse, in die sich die Nerven verbreiten,) und aus Nichtleitern, (den sehnichten Blättern, die sich durch diese weiche Masse hinziehen,) zusammengesetzt ist.*) Daſs die Electricität des Zitterrochens wirklich von der mechanischen Anordnung dieser idio-electrischen und unelectrischen Elemente abhängt, das zeigt sich daraus, daſs man im Ganzen dieselben Theile auch bei andern Rochen findet, ohne daſs doch die-

*) Sollten Geoffroy'n und seinen gelehrten Freunden die scharfsinnigen Conjecturen Volta's über die electrischen Organe der Zitterfische unbekannt geblieben, oder so ganz wieder entfallen seyn, da doch Volta sie vorzüglich deutlich in der ersten seiner Abhandlungen, die er im National-Institute in Paris vorlas, und die mit einer Preismedaille belohnt wurden, (*Annalen*, X, 447,) entwickelt hat? *d. H.*

ſe Fiſche dieſelben Wirkungen hervorzubringen ver-mögen. Dieſe, jenen durch ihren Bau und ihre Textur ähnlichen Theile haben auch ziemlich einerlei Lage. Der Nerve des fünften Paares iſt bei den Rochen und Haifiſchen ebenfalls beträchtlich dick, und verbreitet ſich in einem Mittelpunkte, von wo aus eine Menge einer gallert- und eiweiſsartigen Flüſſigkeit ausläuft, nur daſs dieſe ſich entweder durch die Röhren, die ſich auswendig an der Haut öffnen, verliert, oder ſich an den Seiten des Naſenbeins anhäuft. In dieſem letztern Falle mag ihre Menge noch ſo groſs ſeyn, ſo kann ſie doch zur Hervorbringung der Electricität nicht mitwirken. Dieſes muſs man unſtreitig dem Mangel der ſehnichten Blätter, welche den Gallert in kleine iſolirte Maſſen theilen, zuſchreiben. Denn die electriſche Batterie oder die Blitzſcheibe würde eben ſo ihren Zweck nicht erfüllen, wenn zwiſchen den Metallblättern keine Glasſcheiben wären.

Da das electriſche Organ aus Nerven und ſehnichten Häuten, mit dazwiſchen liegenden Schichten von Eiweiſs und Gallert, gebildet iſt, ſo iſt es nicht mehr ſo wunderbar, ſolche Organe in ganz verſchiedenartigen Familien von Fiſchen zu finden. Alle Thiere haben Nerven, die ſich in der Haut verlieren, alle haben unmittelbar unter der Haut eine gröſsere oder geringere Maſſe Zellgewebe, und alle haben daher gewiſſermaſsen die Anlage zu einem electriſchen Organe. Damit dieſes aber wirklich zu Stande komme, wird erfordert, daſs eine gewiſſe Men-

ge Eiweifs und Gallert zwifchen die Blättchen des Zellgewebes, das die Haut mit den äufsern Muskeln verbindet, von den ernährenden Gefäfsen abgefetzt werde. Diefes kann ohne allen, wenigftens ohne nähern Einflufs der zum Leben wefentlich nothwendigen Organe gefchehen, und man kann daher diefe Entwickelung als faft aufser dem Thierkörper vor fich gehend anfehen, da dabei nur die Thätigkeit der Haut und der von derfelben abhängigen Theile modificirt wird. Und fo fieht man ein, wie einzelne Arten, bei denen diefe aufserordentliche Entwickelung ftatt findet, doch zu einer zahlreichen Gattung gehören können, ohne doch zu auffallend von den andern Arten diefer Gattung abzuweichen.

Zum Schluffe diefer Abhandlung noch eine vielleicht nicht unintereffante Bemerkung.

Ich habe einige Gründe, zu glauben, dafs fchon die *Araber*, unftreitig zu der Zeit, da fie die Wiffenfchaften mit fo viel Eifer betrieben, der Theorie der Electricität auf der Spur waren. Wenigftens haben fie wahrfcheinlich die electrifchen Schläge des Zitterrochens und die weit fchrecklichern beim Gewitter, einer gleichen Urfach zugefchrieben. Ihre Kenntniffe in der Naturgefchichte können wir jetzt faft nur aus den Namen beurtheilen, die fie den meiften Naturkörpern gegeben haben, und diefe Namen haben fich unverändert erhalten. Denn den Urfprung der gelehrten und überdachten Namen, deren fich die jetzigen ungebildeten Aegyptier

bedienen, mufs man in jenem Zeitraume fuchen, wo die Wiffenfchaften im Oriente blühten. Jedes Thier hat dort, faft wie in unfern naturhiftorifchen Werken, zwei Namen, den der Gattung und den der Art; faft nur die Namen des Zitterrochens und des Zitterwelfes machen davon Ausnahme. Man überfah die Geftalt diefer Fifche, und hielt fich nur an die Kraft, den kleinern See- und Flufsfifchen betäubende Schläge zu verfetzen. Beide, fo verfchieden fie auch find, erhielten gleiche Namen, und was das Merkwürdigfte ift, man nannte fie Râad oder Raafch, welches den Donner bedeutet. Sollten nicht die Araber, da fie dem Krampfrochen und Zitterwelfe diefe Namen gaben, die Erfcheinungen der thierifchen Electricität auf die Erfcheinungen der Gewitterelectricität haben beziehn wollen?

Erklärung der Figuren auf Taf. IV.

Fig. 1. Der *Zitterrochen*, (*Raia Torpedo*;)
- *a* das electrifche aus Röhren beftehende Organ;
- *b* die darüber liegende Haut zurückgefchlagen, um das electrifche Organ zu zeigen.

Fig. 2. Der *Dornroche*, (*Raia Rubus*;)
- *aa* fehnichte Röhren, die mit der äufsern Oberfläche der Haut durch befondere Oeffnungen in Verbindung ftehn;
- *b* die zurückgefchlagene Haut;
- *n* Nerve vom fünften Paare;
- *i* der Fleck, in welchem fich der Nerve des fünften Paares verbreitet, und von wo die

Röhren, die sich an der äussern Fläche der Haut öffnen, ausgehn.

Fig. 3. Ein Queerabschnitt des *Zitterals*, (*Gymnotus electricus*;)

g, *g* die beiden grossen electrischen Organe;

p, *p* die beiden kleinen electrischen Organe;

v die Schwimmblase;

m, *m*, *m*, *m* Längenmuskeln;

o die Wirbelsäule;

d die äussere Oberfläche der Haut;

c die Afterflosse.

Fig. 4. Der *Zitterwels*, (*Silurus electricus*;)

b Sehnenhaut, die über das ganze electrische Organ ausgebreitet ist, das heisst, über ein sehnichtes Fasernetz, das zwischen der äussern Haut und dieser Sehnenhaut liegt;

t Dicke des electrischen Organs;

n, *n* Nerve des achten Paars;

m, *m* Bauchmuskeln.

III.

BESCHREIBUNG
eines electrischen Aals aus Surinam,
von
S a m. F a h l b e r g,
in Stockholm. *)

Im Anfange des Jahrs 1797 erhielt der Justitiar Norderling in Stockholm diesen sogenannten electrischen Aal, (*Gymnotus electricus L.,*) aus den Surinamischen Gewässern. Der Fisch hatte lebend 27 engl. Zoll Länge und ungefähr 7 Zoll Umfang, die Flossfedern nicht mitgerechnet. Vom Rücken bis an den untern Rand der Bauchflossen war er 6 Zoll dick. Er befand sich in einem Gefäfse, das etwas über 2 Fuss im Durchmesser hatte, worin das Wasser ¾ bis 1 Elle hoch stand, und das alle 3 Tage frisches Wasser erhielt. Darin lebte er etwas über 4 Monate lang ruhig und gemächlich ohne besondere Abnahme, bis in der letzten Woche seine Esslust zugleich mit seiner Bewegung abzunehmen anfing. In gleichem Maafse nahm auch seine electrische Kraft ab und hörte endlich mit seinem Leben ganz auf, so wie sich auch bei der Zergliederung

*) Ins Kurze zusammengezogen aus den *Vetensk. Acad. ny. Handlingar*, Quart. 2, 1801, S. 122—156, von Herrn Adjunkt Droysen in Greifswald. *d. H.*

derung keine Spur von Electricität zeigte. Dieses ist seltsam genug, da der Fisch während seines Lebens so reichlich mit Electricität begabt war, es sey denn, dass die Ursache sich aus dem bedeutenden Unterschiede in der Stärke und Spannkraft der Fibern bei Thieren in voller Kraft, die plötzlich getödtet werden, und bei solchen, die eines natürlichen Todes sterben, erklären lasse. Bei einem Thiere, das in voller Kraft stirbt, und dessen Nerven, ehe die Reizbarkeit und die mechanischen Wirkungen des Lebens aufhören, entblösst werden, wie das allemahl bei Galvanischen und ähnlichen Versuchen geschieht, ist diese Stärke und Spannkraft der Fibern noch in hinreichendem Grade vorhanden; statt dass Thiere, welche sich ihrem Ende durch Aufhören aller natürlichen Verrichtungen nähern, die Elasticität ihrer Fibern und damit alle Reizbarkeit verlieren, daher auch, so viel ich weiss, noch niemand einige electrische Kraft in den Thieren, die *natürlichen* Todes starben, wahrgenommen hat.

Wegen des kleinen Magens dieses Fisches war sein Hunger bald gestillt; da aber die Verdauung immer sehr rasch vor sich ging, wiederhohlte er seine Mahlzeiten mehrere Mahl des Tages. Zwei oder drei kleine lebendige Fische, etwa 2 Zoll lang, waren seine Lieblingsspeise, doch verschmähte er auch anderes Futter von gekochtem und rohem Fleisch und Fischen nicht. Lebendigen Fischen näherte er sich immer mit einem Schlage, dessen kraft-

volle Wirkung der Gröfse des Opfers angemeffen war, und felten wurde der Fifch in feinem Urtheile getäufcht, da ein Stofs gewöhnlich hinreichte, den gröfsern und ftärkern Widerftand zu überwinden. Wenn der Hunger ihn fehr begierig aufs Futter machte, theilte er auch wohl einmahl dem, der ihm das Futter gab, einen Schlag in die Finger oder den Arm mit.

Des Tages war der Fifch felten ftill. Seine Ruhezeit war früh Morgens und dabei hielt er fich nahe an der Oberfläche des Waffers, vermuthlich um ohne Befchwerde den Kopf zum Athmen emporheben zu können. Im Waffer hatte der Fifch eine dunkle graublaue Farbe, die untern Theile des Kopfes und Bauches ausgenommen, deren Farbe weifsgrau mit unordentlich zerftreuten dunklern Flecken war. Hatte man ihn aber einige Zeit lang zu electrifchen Verfuchen aus feinem Elemente genommen, fo veränderte fich die Farbe feines Körpers etwas ins Violette, mit fchwarzen, ungleich grofsen, zerftreuten Flecken.

Die electrifche Kraft des Fifches, wenn er fich *im Waffer* befand, fchien nach vergleichenden Verfuchen mit Ladungen einer Kleiftifchen Flafche von 72 Quadratzoll Belegung,*) mit einer Ladung diefer Flafche von 10° bis 15° nach Adams Qua-

*) Nicht Ladungen fo kleiner belegter Glasflächen, fondern grofser Batterien entfprechen den Wirkungen des Zitteraals. (S. *Annal.*, XII, 501.) *d. H.*

drantenelectrometer übereinzukommen, und war alſo hinreichend, die Erſchütterung mehrern im Kreiſe geſtellten durch die Hände oder andere Leiter verbundenen Perſonen mitzutheilen. Doch war die Erſchütterung ſtärker, wenn man die Verbindung mit einem Meſſingdrahte, als wenn man ſie mit einer Kette machte; am ſtärkſten, wenn der Fiſch von den an den beiden Enden der geſchloſsnen Kette Stehenden mit einem ſilbernen oder meſſingenen Conductor an den Bruſtfloſſen berührt wurde; am ſchwächſten dagegen, wenn der eine von dieſen den Fiſch, der andere das Waſſer berührte.

Wurde der Fiſch nur mit einer Hand berührt, ſo gab er einen Schlag, welcher der Wirkung der in einer Flaſche nach der erſten Entladung noch übrigen Electricität gleich kam. Die Empfindung war etwas ſtärker, wenn man mit der einen Hand den Fiſch um den Hals und mit der andern um den Schwanz faſste. Dieſe letztern Schläge wurden am meiſten von denen verſucht, welche aus Neugierde, oder um von rheumatiſchen Beſchwerden geheilt zu werden, den Fiſch beſuchten. Vergebens war alles Bemühen, ſo lange der Fiſch in ſeinem Elemente war, einen electriſchen Funken bei den Schlägen zu entdecken.

Wurde der Fiſch in ein kupfernes Gefäſs geſetzt, deſſen Waſſer durch eine Kette mit einer Leidener Flaſche in Verbindung ſtand, ſo gab er während des Umdrehens des Cylinders kein Zeichen von Unruhe, wenn gleich während deſſen mit einem Con-

ductor Funken aus dem Wasser gezogen wurden. Gemeiniglich hielt er sich während des Versuchs in der Mitte des Wassers still. Wenn er aber zufällig die Kette in dem Augenblicke der Entladung berührte, oder wenn ihm der Funke aus dem Kopfe, im Augenblicke, dass er ihn aus dem Wasser hob, gezogen wurde, so erfolgte eine convulsivische Zusammenziehung über den ganzen Leib, daher wagte ich diesen Versuch nicht oft, aus Furcht, dem Fische zu schaden, oder ihn zu tödten.

Ausser Wasser war die electrische Kraft des Fisches viel stärker und ziemlich nahe an 20° bis 25° Ladung der oben erwähnten Flasche. Dieses machte die Behandlung des Fisches unter solchen Umständen sehr unangenehm, besonders da kein Isoliren und keine andre mir bekannte Methode mächtig genug war, den, der Versuche mit dem Fische auf diese Art anstellen wollte, vor der heftigen Wirkung zu bewahren. *) Während dieser Versuche wurde auch das electrische Licht im Dunkeln sichtbar, als durch die Hände zweier Personen, oder durch andre Leiter beide Enden eines auf Glas befestigten und durch einen kleinen Zwischenraum unterbrochnen Stanniolstreifens mit dem Fische in

*) Flagg führt jedoch in den *American Transactions* ein Beispiel von einem Frauenzimmer an, welches den Fisch, ohne die Schläge desselben zu empfinden, behandeln konnte. *F.* [Vergleiche den folgenden Aufsatz. *d. H.*]

Berührung gebracht wurden: eine Entdeckung, die wir Walsh zu verdanken haben, und welche die Gegenwart der Electricität im Fische ausser allen Zweifel setzt. (*Journal de Phys.*, Oct. 1776, p. 331.)

Die electrische Kraft des Fisches nahm nach und nach ab; vermuthlich wegen seiner eingeschlossnen Lebensart, vielleicht auch wegen des Futters, das zur Unterhaltung des electrischen Stoffs nicht geschickt seyn mochte. Kurz vor seinem Tode musste man den sonst frommen Sinn des Fisches reizen, um Electricität zu erhalten, statt dass er sie vorher mit Vergnügen mittheilte. Er hatte dessen ungeachtet guten Appetit und schien bis einige Tage vor seinem Tode wohl zu seyn.

(Nun folgt eine genaue anatomische Beschreibung des Fisches, welche mit der von Hunter übereinstimmt, und mehrere Betrachtungen, aus denen ich nur folgende Stellen aushebe:) Wenige Thiere, und kein mir bekannter Fisch, haben im Verhältnisse der Gröfse ihres Körpers, gröfsere Nerven als dieser Aal. Die grofse Menge Nerven, welche zum electrischen Organe geht, verdient besondere Aufmerksamkeit. — — Das dritte und stärkste Paar, welches man mit Recht das electrische Paar nennen könnte, entsteht von den hintern Lappen des kleinen Gehirns, gerade bei der Vereinigung derselben mit dem Rückenmarke. — — Noch etwas Besonderes zeigt die Electricität dieses Fisches, dass man nämlich bisher noch *kein Anziehn*

und *Zurückstoßen* bei derselben hat wahrzunehmen vermocht. — — Dieses mag aber wohl daher rühren, daſs Körper, in welchen die beiden Electricitäten einander sättigen, keine Spur von Electricität zeigen können, und daſs das Gleichgewicht beider im Fische nach jedem Stoſse gleich wieder so vollkommen hergestellt wird, daſs ihre Gegenwart sich nicht ohne neue Berührung bemerken läſst.

IV.

Unempfindlichkeit für Electricität.

Aus einem Briefe des Bürger Clos *an Delamétherie.* *)

Ich hörte in *Sorèze* von einem Frauenzimmer Madame N***, auf welche die Electricität keine Wirkung äufsern follte. Das Sonderbare der Sache erweckte meine Neugierde, da ich mich nicht erinnerte, je eine ähnliche Nachricht in den Werken, die von der Electricität handeln, gefunden zu haben. Ich wünfchte mich davon mit Gewifsheit zu belehren, und hier haben Sie, was ich darüber mit Zuverläßigkeit erfuhr.

Seit ungefähr 18 bis 20 Jahren ift diefe Dame, die eine fehr gefunde Conftitution hat, völlig unempfindlich für die Wirkungen der Electricität. Bei Verfuchen, die im phyfikalifchen Kabinete angeftellt wurden, unterzog fie fich ohne Bedenken den heftigften Schlägen, und theilte fie durch fich andern Perfonen mit, ohne fie felbft zu empfinden. Sie hatte damahls eine Schwefter, die fich ungefähr in demfelben Falle befand. Ob bei den übrigen Verwandten diefelbe Sonderbarkeit ftatt fand, oder nicht, ift unbekannt. Seit einigen Jahren ift diefe Dame kränklich geworden, und mehrmahls mit Ner-

*) *Journal de Phyfique*, t. 54, p. 316. *d. H.*

venübeln befallen worden; auch empfindet sie jetzt die Electricität, wiewohl nur sehr schwach. Sie ist liebenswürdig, ziemlich lebhaft, geistreich, und von weichem Herzen, wie die meisten, deren Nervensystem sehr mobil ist. *) — —

*) Daſs einzelne Menschen eine sehr verschiedne Empfindlichkeit für einerlei electrischen Schlag haben, davon habe ich mich öfters bei Galvanisch-electrischen Versuchen in meinen Vorlesungen auf eine auffallende Weise überzeugen können. Von einem Menschen, der völlig unempfindlich für sie gewesen wäre, habe indeſs auch ich keine Erfahrung. *d. H.*

V.

Ob das Wasser in längern Haarröhrchen höher als in kürzern ansteigt,

untersucht

von

G. G. Hällström,
Professor der Physik zu Abo. *)

Einige Physiker behaupteten, die Länge der Haarröhrchen trage zu dem höhern Ansteigen der Flüssigkeiten in ihnen nichts bei. **) Andre behaupteten mit Musschenbroek das Gegentheil. ***) So blieb die Sache in Streit. Von Arnim erklärte sich vor kurzem für Musschenbroek's Meinung. ****) Der ganze Streit scheint von der Art, wie die Versuche angestellt sind, herzurühren und

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droysen aus *Dissertatio physica examinans: an aqua in tubis capillaribus longioribus altius quam in brevioribus ascendat. Auct. Hällström, Phys. Prof., Resp. Gummerus.* Aboae 1802.

**) *Carré, Memoires de l'Acad. des sc.* Paris 1705. Vergleiche Erxleben's *Anfangsgründe der Naturlehre*, Lichtenberg's 6*te Ausgabe*, S. 142. *H.*

***) *Experimenta*, I — III, p. 277 f. *H.*

****) *Annalen der Physik*, B. 4, St. 3, S. 376 f. *H.*

kann vielleicht auf folgende Weiſe ausgeglichen werden.

Muſſchenbroek war bei ſeinen Verſuchen bemüht, die Haarröhrchen, nachdem das Waſſer in ihnen angeſtiegen war, wieder leer zu machen. Zu dem Ende brachte er ſie an den Mund und ſog das Waſſer aus, ſchnitt darauf das obere Ende ab und tauchte das untere wieder ein. Von Arnim verſichert freilich alle Sorgfalt bei ſeinen Verſuchen angewandt zu haben, ſagt aber nicht, wie er die Röhre vor jedem Verſuche ausleerte; und da ſeine Verſuche mit den Muſſchenbroekſchen übereinſtimmen, bediente er ſich wahrſcheinlich auch der Methode des Ausſaugens. Dies Saugen nun war der Grund, daſs das Waſſer in längern Röhren höher ſtieg, als in kürzern. Denn es iſt unvermeidlich, daſs beim Saugen Luft aus dem Munde in die Röhre tritt; dieſe Luft iſt mit Dämpfen gemiſcht und wärmer als die Röhre ſelbſt; die Dämpfe werden verdichtet und hängen tropfbar an den Wänden der Röhre. Da nun dieſe Flüſſigkeit oft mit öhligen fettigen Theilchen gemiſcht iſt, ſo darf es uns nicht wundern, wenn das Waſſer nach dem Saugen nicht mehr zu derſelben Höhe aufſteigt. Zwar könnte man ſich hiergegen auf Muſſchenbroek's erſten Verſuch berufen, wo das Waſſer in derſelben Röhre vor und nach dem Saugen zu gleicher Höhe ſtieg. Aber dies kann wohl zuweilen eintreffen, wenn die Röhre gleiche Wärme mit den Dämpfen hat, doch wird das Gegentheil häufiger ſeyn.

Da nun hieraus erhellt, daſs das Saugen die Urſache ſeyn könne, daſs das Waſſer in den verkürzten Röhrchen nicht ſo hoch ſtieg, als in den unverkürzten, ſo wurden folgende Verſuche angeſtellt, um zu zeigen, daſs das Verkürzen der Haarröhrchen dieſe Wirkung nicht hervorbringe. Eine reine trockne Röhre von weiſsem Glaſe, an beiden Seiten offen, deren innerer Durchmeſſer 0,2 ſchwed. Linien hatte, wurde mit dem einen Ende in reines Waſſer von + 18° (Celſ. Therm.) Temperatur ſenkrecht getaucht, ſo daſs ſie nur die Waſſerfläche berührte. Als nun das Waſſer in ihr bis zu der gröſsten Höhe geſtiegen war, die nach einer auf einem daran befeſtigten Blatte verzeichneten Scale in Linien und Zehntheilen einer Linie gemeſſen wurde, zog ich das Haarröhrchen heraus, wobei das Waſſer in der Röhre blieb. Darauf wurde der obere Theil mit einer Feile abgeſchnitten, die Röhre aufs neue eben ſo als vorhin eingetaucht, und dann wiederum die gröſste Höhe gemeſſen, bis auf welche die Flüſſigkeit in ihr ſtieg. Dies gab die nachſtehenden Reſultate:

Länge d. Haarröhrchens in ſchwed. Linien:	71;	60;	50;	40;	30;	20.
Höhe des Waſſers im Haarröhrchen in ſchw. Linien	11,5;	12;	11,7;	11,7;	11,7;	11,8.

Mit Enden deſſelben Röhrchens wurden ähnliche Verſuche, nur mit dem Unterſchiede angeſtellt, daſs das Waſſer jedes Mahl, wenn ich vom obern

Theile etwas abschnitt, durch heftiges Klopfen herausgebracht wurde. Diese Versuche gaben Folgendes:

Länge der Röhre:	80;	70;	60;	50;	40;	30;	20;	12'''
Höhe des Wass. in d. Röhre:	11,6;	11,6;	11,7;	11,7;	11,5;	11,6;	11,7;	11,7'''

Ein anderes Ende dieser Röhre, das, so oft ich es abschnitt, ausgesogen wurde, gab folgende Resultate:

Länge der Röhre:	60 ;	50 ;	40 ;	30 ;	20 ;	10'''
Höhe des Wassers in der Röhre:	11,7 ;	9 ;	8 ;	7,6 ;	6,2 ;	6,1'''

Aus diesen drei Reihen von Versuchen erhellt, daſs die Höhe des Wassers nicht wegen der Verkürzung der Röhre abnimmt, und daraus wird auch die wahre Ursach einleuchtend. Die kleinen Abweichungen sind wohl dem beizumessen, daſs man es nicht vermeiden kann, die Röhre etwas mehr oder weniger als $\frac{1}{2}$ Linie einzutauchen.

Um den Schein eines vorschnellen Urtheils zu vermeiden, wurden noch folgende Versuche angestellt. Eine trockne, reine, weiſse, an beiden Seiten offne Glasröhre wurde in der Mitte eines cylindrischen Gefäſses von 6 Zoll im Durchmesser, vertikal, so befestigt, daſs sie sich nicht bewegte, wenn ich den obern Theil abbrach. Darauf wurde mit einem Stechheber Wasser in das Gefäſs so vorsichtig gebracht, daſs keine Wellen, welche die Röhre

über dem eingetauchten Theile hätten naſs machen können, geſehen werden konnten. Das Waſſer ſtieg nun in der Röhre in die Höhe und der Stand deſſelben wurde an der angebrachten Scale genau gemeſſen. Nach jeder Beobachtung wurde mit einer Feile ein Einſchnitt gemacht, und der obere Theil ſo vorſichtig abgebrochen, daſs keine Wellen auf dem Waſſer wahrgenommen wurden, und daſs die Röhre ſich dabei nicht im mindeſten bewegte. Die Röhre hatte ungefähr 0,1 Linie im Durchmeſſer, war 200 ſchwed. Linien lang, und wurde bei jedem neuen Verſuche um 10 Linien verkürzt, bis ſie nur noch 20 Linien lang war. Sowohl gleich anfangs als bei jeder dieſer verkürzten Längen betrug die Höhe des Waſſerſtandes 17,6 ſchwed. Linien. Der noch übrige Theil der Röhre wurde darauf losgemacht, und das Waſſer durch Schütteln herausgebracht, und doch ſtieg es darin immer wieder bis zu 17,6''', das iſt, bis zu derſelben Höhe, welche es in der 10mahl längern Röhre erreichte. Sobald aber das Waſſer ausgeſogen wurde, waren, bei unveränderter Länge der Röhre, die Höhen des Waſſers folgende: 12,5; 11,3; 11; 10,3; 9; 5 ſchw. Linien. Der letzte Verſuch, worin die Höhe ſo ſehr klein ausfiel, wurde gleich nach dem Eſſen fetter Speiſen angeſtellt.

Aehnliche Verſuche wurden auch mit Röhren von grünem Glaſe unternommen. Die Röhre war rein, trocken und hatte $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer. Das eine Ende wurde ins Waſſer getaucht und das

Waſſer ſtieg in ihr bis auf 25 Linien. Darauf wurde das Waſſer ausgeſchüttelt, die Röhre im Waſſer befeſtigt und nach und nach abgebrochen. Die Höhe blieb immer 25 Linien. Wurde aber das Waſſer ausgeſogen, ſo waren die Höhen folgende: 17; 13; 12; 11; 6 Linien.

Der übrig gebliebene Theil dieſer Röhre, 25,2 Linien lang, wurde durch Schütteln leer gemacht, und das Waſſer ſtieg bis 25 Linien. Darauf wurde mit aller Sorgfalt ſo geſogen, daſs die Lippen nur 5 Linien des obern Endes bedeckten, die Zunge nicht daran kam und kein Speichel hineintreten konnte. Das Waſſer ſtieg nun 17 Linien; nach wiederhohltem, eben ſo vorſichtigem Saugen 15 Linien; und wenn die Zunge das Ende berührte, nur 10 Linien. Wurde die Röhre geneigt, ſo ſtieg das Waſſer höher, ſank aber in der ſenkrecht aufgerichteten Röhre wieder bis zu 25 Linien und blieb da ſtehn. Hieraus folgt, daſs beim Saugen etwas in die Röhre getreten ſeyn muſste, welches das Anſteigen verhinderte. Wenn aber das Waſſer höher getrieben wurde, ſo daſs es den reinern Theil der Röhre, woran es ſtärker hing, berührte, ſo blieb es in dieſer gröſsern Höhe. Daraus ſieht man, daſs die Anziehung nur bei *unmittelbarer Berührung*, nicht aber bei bedeutender Entfernung, das Waſſer zu heben vermag.

Die angeführten Verſuche wurden alle mit Gläſern und Waſſer von + 18° Temperatur angeſtellt,

in welchen folglich die Dämpfe des Mundes, die + 32° Wärme haben, nothwendig verdichtet werden mufsten. Ich nahm daher nun auch Waffer von + 34° Wärme, und liefs es in einer reinen weifsen Glasröhre von 48 Lin. Länge und 0,4 Linien Durchmeffer anfteigen. Es erreichte darin eine Höhe von 10 Linien, wenn die Röhre auch + 34° Temperatur hatte. So lange die Röhre eben fo warm war, ftieg das Waffer immer bis 10 Linien, wenn die Röhre auch ausgefogen wurde; denn die Dämpfe von + 32° konnten in der Röhre von + 34° nicht nur nicht verdichtet werden, fondern wurden noch mehr ausgedehnt, fo dafs fich keine Fettigkeit an den Wänden anzufetzen vermochte. Wurde aber die Röhre, wenn das Waffer in ihr aufgeftiegen war, bis 18° abgekühlt und nun das Waffer ausgefogen, fo ftieg es nachher nur bis auf folgende geringe Höhen: 7,5; 5; 4 Linien.

Diefe Verfuche fcheinen genügend zu beweifen, dafs die abnehmende Höhe des Waffers in den Haarröhrchen bei Muffchenbroek's und von Arnim's Verfuchen nicht den verkürzten Röhren beizumeffen war, und dafs alfo die Kraft, welche das Waffer in den Haarröhrchen hebt, nicht in der ganzen Maffe und Oberfläche der Röhre zu fuchen ift, fondern dafs vielmehr die abnehmenden Höhen in jenen Verfuchen auf dem Zwifchentreten eines Körpers beruhen, der fefter als das Waffer an dem

Glase anhängt und die Berührung des Glases und Wassers verhindert. *)

*) Daſs Queckſilber in einem Haarröhrchen unter dem Niveau der Queckſilberfläche im Gefäſse ſteht, glaubte Haüy, in den *Séances de l'école normale*, Part. I, Vol. 3, p. 40, (durch einen Verſuch Casbois in Metz verleitet,) rühre nur daher, daſs der Verſuch gewöhnlich mit Queckſilber, das nicht frei von aller wäſsrigen Feuchtigkeit ſey, angeſtellt werde, und daſs unter dieſen Umſtänden das Waſſer die Anziehung des Glaſes zum Queckſilber neutraliſire: mache man dagegen das Waſſer ganz frei von Feuchtigkeit, ſo ſteige auch das Queckſilber im Haarröhrchen an, wie es Casbois durch ſeinen Verſuch gezeigt habe. Um dieſe ſonderbare Ausſage zu prüfen, lieſs Milon reines Queckſilber in einem Kolben eine Viertelſtunde lang kochen, erhitzte zugleich ein Haarröhrchen bis zum Glühen und brachte das nun gewiſs waſſerfreie Haarröhrchen in das gewiſs trockne Queckſilber. Es blieb aber in dem Haarröhrchen eben ſo tief unter dem Niveau der Queckſilberfläche als zuvor. Dieſes iſt der Inhalt eines Aufſatzes des Bürg. Milon über die Haarröhrchen im *Journ. de Phyſique*, t. 54, p. 128 f. *d. H.*

VI.

VI.

BESCHREIBUNG
der Turffgruben bei Brühl und Liblar, wo die braune köllnische Erde oder die sogenannte köllnische Umbraerde gegraben wird,

von

FAUJAS-SAINT-FOND,
Prof. der Geologie am naturh. Museum in Paris.

Nebst einigen vergleichenden Bemerkungen des HERAUSGEBERS *über die Braunkohlenlager im Saalkreise und in der Grafschaft Mansfeld.*

Dass die sogenannte köllnische Umbraerde nichts anderes als das ist, was nach dem gemeinen bergmännischen Sprachgebrauche in unserm Theile Deutschlands, und so auch am Meissner, *Braunkohle*, und was im Wernerschen oryktognostischen Systeme *bituminöse Holzerde* genannt wird, erhellt sehr deutlich aus der lehrreichen Beschreibung jenes noch ziemlich unbekannten Fossils und seiner Lagerstätte, die ich hier dem Leser aus den *Annales du Museum d'Histoire naturelle par les Professeurs de cet établissement*, T. I, No. 6, p. 445—460, in Verbindung mit mehrern verwandten Aufsätzen, mitzutheilen eile. Für unsre Gegenden haben diese Aufsätze noch ein besonderes Zeitinteresse, über das ich hier ein paar Worte voranschicken muss. Noch im Jahre 1772 waren Holz und Steinkohlen im Saalkreise

und im Mansfeldischen zu so mäſsigen Preisen zu haben, daſs die ungeheuren Niederlagen von Braunkohlenerde, mit denen diese Ländchen und die benachbarten versehn sind, damahls ohne Werth zu seyn schienen. Wenigstens finden sich in der „revidirten Bergordnung für das Herzogthum Magdeburg, das Fürstenthum Halberstadt und die incorporirten Länder, vom 7ten December 1772," die Braunkohlen weder unter den Mineralien und Fossilien, die sich der Landesherr als zum Bergregal gehörig reservirt, noch unter denen, die den Dominiis verbleiben sollen, ausdrücklich genannt oder deutlich bezeichnet. Seit mehrern Jahren sind indeſs auch hier Holz und Steinkohlen so im Preise gestiegen, daſs man sich endlich ziemlich allgemein zur Braunkohlenfeuerung bequemen muſste, und seitdem sind die ehemahls vernachläſsigten Braunkohlenlager wahre Kleinodien geworden, über deren Regalität nun schon seit mehrern Jahren zwischen dem königl. Bergamte zu Wettin und einigen Grundeigenthümern im Saalkreise und im preuſsischen Mansfeld ein Rechtsstreit geführt wird, der ohne ein Gutachten von Sachverständigen nicht entschieden werden konnte. Es kam darauf an: „ob das streitige Fossil, seiner natürlichen Eigenschaft „nach, bloſs eine mit Erdpech vermischte *Torferde*, oder „eine ächte wahre *Braunkohle* sey;" eine Frage, in der, auſser den Stimmen der vortrefflichen Freiberger Geognosten, des H. Berghauptmanns von Charpentier und des H. Bergraths Werner, ferner des H. Bergraths Voigt aus Ilmenau, des H. Oberbergraths Gerhard aus Rothenburg, und des H. Bergraths und Professors Scherer, auch die Meinige verlangt wurde. Die Urtheile aller fielen dahin aus, daſs das streitige Fossil kein Torf, sondern die ächte wahre Braunkohle nach bergüblichem Sprachgebrauche sey; nur wie es sich zur Steinkohle verhalte, darin wichen die Stimmen von

einander ab. (Eine deutliche Auseinandersetzung des Streitpunkts, und eine mit Kenntniss und Unparteilichkeit abgefasste Beurtheilung der Gründe der zu Rathe gezogenen, hat Hr. Prof. Vater in Halle in den Magdeb.-Halberst. Blätt. von Barckhausen und Jakob 1801 bekannt gemacht.) Für meinen Theil bemerkte ich insbesondere, dass ich den Gegensatz in der Frage: Torferde oder ächte wahre Braunkohle, nicht anerkennen könne, und dass, wenn gleich unsre Braunkohlenlager gewiss keine Torfmoore, und unsre Braunkohlengruben gewiss keine Torfstechereien sind, es doch möglich sey, dass die Braunkohlen mit aus *Torferde* beständen. Es sey mir, fügte ich hinzu, selbst wahrscheinlich, dass zusammengeschwemmte und weiter zersetzte Torfmoore so gut Antheil am Entstehn derselben haben, als zusammengeschwemmtes und verschüttetes Holz. Unter andern berief ich mich bei dieser Meinung auf Widenmann's Aussage, (in seinem Handbuche der Mineralogie, S. 634,) dass Pechtorf in Braunkohlen übergehet, und auf das, was H. von Beroldingen in seinen Beobachtungen, Zweifeln und Fragen die Mineralogie betreffend, von dem sogenannten Pechtorf in Niedersachsen und Westphalen und von der köllnischen Umbraerde, (doch schwerlich aus eigner Ansicht,) anführt. Ueber diese letztern Fossile und über die ganze Frage verbreiten gegenwärtiger Aufsatz von Faujas-Saint-Fond, der längst als sorgsamer Beobachter berühmt ist, und die darauf folgenden Aufsätze ein neues Licht, und scheinen mir daher, auch in dieser Hinsicht, Aufmerksamkeit zu verdienen. Vielleicht, dass sie zugleich Veranlassung zu einigen interessanten analogen, noch nicht gemachten Beobachtungen in unsern Braunkohlengruben und Torfstechereien geben, um deren Mittheilung ich die, welche Gelegenheit finden sollten, sie anzustellen, ersuche. *d. H.*

Die sogenannte köllnische Umbraerde ist den Farbenhändlern und Mahlern sehr wohl bekannt. Wenn man sie auf eine eigne Art präparirt, so wird sie zur Miniatur-, in einigen Fällen auch zur Oehlmahlerei geschickt, besonders zur Grundirung in den braunen Tinten. Am häufigsten bedient man sich ihrer aber in der Mahlerey mit Wasserfarben zu Decorationen und andern Sachen. Köllner Kaufleute sind seit jeher im Besitze des Handels mit derselben, daher der Name: *köllnische Erde*, obschon die Gruben einige Meilen von Kölln liegen. Gewöhnlich bezeichnet man mit dem Namen: *Umbra*, ein braunes Eisenoxyd, mit dem diese Erde nichts als die Farbe gemein hat; da köllnische Kaufleute auch damit handeln, so wurden beide manchmahl unter dem Namen: *köllnische Umbraerde*, mit einander verwechselt. *) Endlich nennt man auch

*) Nach Hochheimer's chemischer Farbenlehre, Th. I, S. 127, „ist der eigentliche *Umber* lichtbraun, ins Röthliche scheinend und wird durch Glühen völlig braunroth; ihn übertrifft aber die *köllnische Erde* an Dunkelheit und Schönheit, daher auch ihr Gebrauch in der Mahlerei gewöhnlicher sey." In *Umbrien* im Kirchenstaate findet man übrigens auch um Spoleto fossiles Holz, und daher wahrscheinlich auch ähnliche Lager bituminöser Holzerde als unweit Kölln. Der Fürst von Gallicin führt in seinem *Recueil des Noms en Minéralogie*, Brunsv. 1801, als Synonyma auf: *Köllnische Erde*, *Umbraerde*, *Bergbraun*, *brauner Ocher*, und beschreibt sie als einen dunkelbraune, zerreibliche leichte Erde, die sich

wohl einen fetten weissen Thon, der sich in der Gegend der Abtei *Laac* findet, und der zu Wedgwoodschen Thonwaaren sehr gut zu brauchen ist, *köllnische Erde*, [oder *köllnischen Pfeifenthon*,] weil sich davon zu Kölln eine Niederlage befindet. Die Arbeiter in den Gruben, aus welchen man die braune köllnische Erde erhält, nennen sie *Turff*, (*Torf*, *tourbe*,) und dieser Name scheint mir der passendste, und der zu seyn, welcher der Natur der Sache am meisten entspricht. *)

am Feuer etwas verzehre, dabei einen unangenehmen Geruch verbreite, und durch das Calciniren weifs werde. Nach Klaproth, dem wir eine genaue Analyse *cyprischer Umbra* verdanken, (Beiträge zur chem. Kenntnifs der Mineralkörper, B. 3, S. 135,) die mit der *feinen türkischen Umbra* der Mahler gänzlich übereinkömmt, ist diese *ächte Umbra* eine Abart des okerigen Brauneisensteins, und besteht aus 0,48 Eisenoxyd, 0,20 Braunsteinoxyd, 0,13 Kieselerde, 0,05 Thonerde und 0,14 Wasser. Die braune Stauberde, welche bei den ältern mineralogischen Schriftstellern unter dem Namen: *Umbra*, vorkömmt, und mit der ächten nichts als die Farbe gemein habe, erklärt auch Klaproth für eine blofse erdige Braunkohle, die im Feuer zu Asche verglimmt, daher Cronstedt sie *Mumia vegetabilis* und Wallerius *Humus umbra* genannt haben. *d. H.*

*) Man sieht hieraus, dafs die köllnische Umbraerde und der sogenannte Torf der jülich-bergischen und köllnischen Lande, welcher nach dem angeführten Werke des Herrn von Beroldingen immer

Der Baron **von Hübsch** in Kölln war der Erste, der die wahre Natur dieser braunen Erde erkannt hat. „Ich habe mich," sagt er in einem vor vielen Jahren erschienenen periodischen Werke, „durch mehrere Versuche überzeugt, dass unsre *Umbra* oder sogenannte *braune köllnische Erde* nichts anders als verschüttetes Holz, oder die Art von fossilem Holze ist, das man *bituminöses Holz*, *verkohltes Holz*, *Torfholz* oder *gegrabnes Holz* nennt. Man findet dieses fossile Holz in den Torfgruben und Moorgründen unsers Landes, in Gestalt einer

flötzweise unter Sand, oft 2 bis 3 Lachter mächtig vorkommen, und zuweilen ganze Stunden Weges unter dem Sande fortstreichen soll, ein und dasselbe ist. Herr **von Beroldingen** nennt diesen sogenannten Torf *Pech*- oder *Bergtorf*, im Gegensatze des Morasttorfs, und meint, er sey wahrscheinlich durch Ueberschwemmung entstanden, indem eben der Stoff, aus dem die übrigen Torfarten bestehn, auf eine lockere Unterlage, und in einer erhabnen Gegend niedergesetzt worden. Wir werden aus dem Folgenden sehn, in wie fern die Meinung, dass dieses Fossil und die übrigen Torfarten aus einerlei Stoff bestehn, der Wahrheit gemäss ist; und nur wenn sie es ist, möchte der Name: *Torf*, der Natur der Sache wirklich entsprechen. In einigen Provinzen ist indess, wie hieraus erhellt, dieser Name gäng und gebe, und wahrscheinlich würde er es auch hier seyn, wäre Torf vor Zeiten bei uns ein so allgemein bekanntes Brennmaterial gewesen, als er es in den an Holland grenzenden Provinzen längst seyn musste. *d. H.*

weichen dunkelbraunen Erde. Manchmahl kommen darin ganze Bäume vor. Ich habe mich auf alle Art vollkommen überzeugt, daſs unſre Köllner Erde verſchüttetes oder durch mineraliſche Dünſte und unterirdiſches Waſſer aufgelöſtes Holz iſt." Daſs die Köllner Erde aus wahrem Holze, welches in Erde zerfallen, entſtanden iſt, darin hat der Baron von Hübſch, wie wir gleich ſehn werden, vollkommen Recht. Allein er hat eine in der Mineralogie ſehr wichtige Sache unterlaſſen, nämlich eine Beſchreibung der Lagerſtätte und der Förderung dieſes Foſſils. Ich ſagte ihm dieſes, als ich mich einige Monate in Kölln und der Nachbarſchaft aufhielt. Er erwiederte, er habe das Geognoſtiſche einer zweiten Abhandlung vorbehalten, an die er indeſs nicht gekommen ſey, und ermahnte mich, dieſe Lücke auszufüllen, da ich mich einmahl in der Nähe der vorzüglichſten Gruben aufhielte und von einem geſchickten Zeichner, (es war *Thouin*,) begleitet würde. Er erbot ſich, uns dabei zum Führer zu dienen, und ich nahm dieſes mit vielem Vergnügen an. Die Reiſe ging ein paar Tage darauf vor ſich.

Erſt ging es über das ſchöne Luſtſchloſs des Kurfürſten von Kölln, *Brühl*, 2 Meilen von Kölln. Dann ſchlugen wir den Weg nach *Liblar* ein und kamen, nachdem wir eine Viertelſtunde gegangen waren, am Fuſse, und nach einer zweiten Viertelſtunde auf der Höhe des Hügels an, in welchem ſich, hart am Wege nach Liblar, die Brühler Turffgrube findet.

Man sieht hier an freiem Tage in einer sehr schwarzen Erde, von deren Mächtigkeit sich noch nicht urtheilen läſst, weil man noch nicht bis zu unterst gekommen ist, eine tiefe Grube von ziemlich groſser Ausdehnung; dieses ist die Turffgrube, in der die Brühler Umbraerde bricht. Die Umbraerde liegt hier unter einer Lage von Grand oder zusammengeschwemmten Kieseln, die im Mittel 12 Fuſs mächtig ist. Diese Kiesel sind fast alle abgerundet, die gröſsten kaum so groſs als ein Hühnerei, und sie bestehn fast durchgehends aus weiſsem oder undurchsichtigem grauen oder gelben Quarze und aus etwas grobem röthlichen, braunen oder hellbraunen Jaspis. Doch fand ich darunter auch ein Stück feinkörnigen rothen Jaspis, der eine gute Politur annahm. Dieses Lager von Kieseln ist manchmahl mit etwas Sand und Thon gemischt, und liegt unmittelbar auf der Umbraerde auf. *) Die Umbraerde

*) Auch das Braunkohlenlager bei *Döllnitz*, 1 Stunde südlich von Halle, liegt unmittelbar unter darüber geschwemmten Kieseln und Grand, die es 1 bis 2 Lachter hoch bedecken. Das ausnehmend groſse und mächtige Braunkohlenlager bei *Langenbogen*, 2 Stunden westlich von Halle, ist an einigen Stellen 3, an andern 10 bis 12 Lachter hoch mit einem grau-weiſsen Sande bedeckt, der gleich unter der Dammerde und unmittelbar auf den Braunkohlen liegt, und den unser Herr Kriegsrath von Leyser, unter dessen Oberaufsicht diese Werke stehn, für Gypssand, (das heiſst, aus Gyps und Sand bestehend,) hält, doch ohne ihn chemisch untersucht

war 30 Fuſs tief ſenkrecht abgeſtochen, doch hatte das, was nachgeſtürzt war, zwei Drittel von dieſer Höhe bedeckt, ſo daſs jetzt die ſenkrechte Tiefe nur 12 Fuſs betrug. *)

Bis zu dieſer Tiefe konnte ich daher das Lager mit aller Bequemlichkeit unterſuchen. Es iſt von dunkelbrauner Farbe, die, wenn das Foſſil feucht iſt, ins Schwarze, wenn es dagegen recht trocken und im Sonnenlichte iſt, ins Carmeliterbraun ſpielt. Naſs iſt die Maſſe ſchwammig, nachgebend, etwas elaſtiſch und weich von Gefühl. **) Sie hat weder Geruch noch Gefühl, gleicht etwas der völlig aus-

zu haben. In dieſem Sande finden ſich Stücke dichten Gypsſteins von verſchiednen Gröſsen. Bei *Röblingen*, hart am ſalzigen See, und ſo auch bei *Scherben* ſind die Braunkohlen bloſs von der Dammerde und zuſammengeſchwemmtem Sande bedeckt. Am erſtern Orte ſetzt das Lager weit in den ſalzigen See hinein; am letztern ſteht es auf Gypsſand.

d. H.

*) Das Döllnitzer Braunkohlenlager iſt $2\frac{1}{4}$ bis $4\frac{1}{2}$, das Röblinger höchſtens $2\frac{1}{2}$ Lachter, dagegen das Langenbogner 6, und an einigen Stellen 8 Lachter mächtig. Die Sohle des letztern beſteht aus Sand.

d. H.

**) Sollte nicht vielleicht bloſs auf dieſer Verſchiedenheit der Braunkohlen, je nachdem ſie naſs oder trocken ſind, der Unterſchied zwiſchen den tief und den hoch liegenden Braunkohlen beruhen, welcher einige beſtimmt hat, jene für eine andre Art von Foſſil zu halten, und ſo z. B. die faſt im Niveau

gebrauchten Gerberlohe und schwärzt ein wenig die Finger. Man erkennt mit bloſsen Augen sehr wohl, daſs die ganze Masse aus nichts als Holztheilen besteht, deren Zusammenhang aufgehoben ist, die comprimirt und zerkleinert sind, und die zu verschiednen Holzarten gehört zu haben scheinen. Im Ganzen ist die Zersetzung schon zu weit gegangen, als daſs es möglich wäre, diese Arten noch zu bestimmen; doch finden sich darin noch einzelne minder entstellte Holzstückchen, die vielleicht von härterm oder weniger zersetzbarem Holze herrühren. Einige solche Stücke sind 6 bis 8 Zoll lang und 2 bis 3 Zoll dick, manche schwarz wie Ebenholz, andre röthlich-braun. *)

Untersucht man mit Genauigkeit die Oberfläche dieser Erde, so bemerkt man hier und da Striche einer schwarzen, etwas glänzenden Materie, die dem Erdharze, (*Bitume,*) gleicht, doch etwas trockner und zerreiblicher als dieses ist. Auf glühende Kohlen geworfen, verbreitet diese schwarze Masse einen unangenehmen Geruch, dem des schlechten Erdharzes ähnlich, entzündet sich aber nicht.

des salzigen Sees stehenden Röblinger Braunkohlen, und die unterste Bank im Langenbogner Werk, (aus welchem die Tagwasser durch Pumpen herausgezogen werden,) für *Moorkohlen*, einem von den Braunkohlen verschiednen Fossil, auszugeben?

d. H.

*) Alles dieses paſst genau auf unsre Braunkohlenlager. *d. H.*

So weit das Lager entblöſst war, enthielt es weder Sand noch Thon, sondern bestand bloſs aus Holztheilen, die in eine Art von Dammerde verwandelt waren, bis auf einige Holztheilchen, die länger widerstanden haben, und die bituminösen Striche, welche indeſs selten sind. Man findet aber, was besonders merkwürdig ist, hier und da in dem Lager Fragmente *wahrer Holzkohle*, die in Farbe, Leichtigkeit, Zerreiblichkeit, und in ihren chemischen Eigenschaften dem durch Hitze verkohlten Holze vollkommen gleichen. Es läſst sich hieran nicht zweifeln, wenn man es beobachtet hat, und obschon diese Kohle sich nur in geringer Menge und an verschiednen Punkten zerstreut vorfindet, so kömmt sie doch in Stücken bis auf die Gröſse eines Fingers im Innern der köllnischen Umbraerde vor, auf die hier gewiſs keine hohe Hitze gewirkt hat. *)

Dieses sind die Materien, aus welchen dieser ungeheure und bewundernswürdige Haufen von Holz

*) Dieselbe Bemerkung habe ich Gelegenheit gehabt bei dem Braunkohlenlager unweit *Helbra* und *Alsdorf* 1½ Stunde nordwestlich von Eisleben zu machen. Auch da fand sich in den Braunkohlen eine Menge kleiner schwarzer Stückchen, die völlig das Ansehn wahrer Holzkohlen hatten. Ich machte die trefflichen Mineralogen, in deren Begleitung ich im September 1800 dieses Lager besah, darauf aufmerksam; da aber die Stücke vor dem Eingange des bergmännisch bearbeiteten Werkes aufgelesen waren, so glaubten sie, die Kohlenstück-

besteht, das weder zu Kiesen (?) noch zu Steinkohlen geworden ist, sondern eine einfache Veränderung erlitten hat, die es fast gänzlich desorganisirt und in eine Art von Gartenerde umgewandelt hat. Mit dem gewöhnlichen *Torf* der Moräste läfst sich diese Umbraerde nicht verwechseln; denn dieser besteht nur aus Fibern, Wurzeln und Blättchen verschiedner Wasserpflanzen, von denen sich noch manche Arten erkennen lassen, indess die Umbraerde schlechterdings nichts als Trümmer von Holz zeigt. *)

Ungeachtet auf ihr eine Last von 12 Fuss hohem Geschiebe liegt, so ist doch die Umbraerde schwammartig und sehr begierig nach Feuchtigkeit, daher sie nach Regengüssen aufschwillt und etwas compressibel, ja selbst ein wenig elastisch wird. Die Arbeiter fördern diese Lager holziger Materien, die sich in eine Art von Torf verwandelt haben, (*ces bancs de matières ligneuses changés en une espèce de tourbe*,) mit der gröfsten Leichtigkeit, indem sie sie schichtenweise mit stählernen Spaten, deren Stiel etwas gekrümmt ist, ausstechen. Ist

chen wären da durch Zufall hineingekommen. Auch fanden sich in diesen Helbraer Braunkohlen kleine zerreibliche wie gepülverte hellgelbe Nieren, die mit zerstofsnem Harze die gröfste Aehnlichkeit hatten und wahrscheinlich Bernstein sind. *d. H.*

*) Derselbe Grund, warum bei uns alle Sachverständigen dahin übereinstimmten, dafs unsre Braunkohlen kein Torf sind. *d. H.*

man bis zu einer solchen Tiefe gekommen, dass man sich nicht gut mehr der Schiebkarren bedienen kann, so bedient man sich zum Herausfördern grosser Körbe, die an Seilen hängen, und der einfachsten Art von Handbaum.

Die einzige Präparation, welche die Umbraerde an Ort und Stelle erhält, ist, dass sie, (nachdem sie zuvor, wenn es in trockner Zeit nöthig ist, angefeuchtet worden,) von Weibern und Kindern in eine Art von hölzernen, konischen Formen, von der Gestalt und Grösse der gewöhnlichen Blumentöpfe, geschlagen, dann herausgenommen, und in grosse dazu bestimmte Einzäunungen, denen bei Ziegeleien ähnlich, um zu trocknen, gesetzt werden. Sind sie so weit getrocknet, dass sie sich, ohne Gefahr zu zerbrechen, handhaben lassen, so setzt man diese Kuchen in Haufen über einander, so dass Luft und Sonne freien Zutritt haben, da sie denn bald so fest werden, dass sie den Transport in Karren oder Wagen aushalten. So bringt man sie in den Handel, oder in die benachbarten Städte und Dörfer als Brennmaterial oder zu anderm Nutzen. *)

*) Förderung und Behandlung unsrer Braunkohlen stimmen in allem diesem mit den angegebenen nahe überein, nur dass man bei uns das Formen mehrentheils dem Käufer überläst, der die Braunkohlen in Erdgestalt fortfährt und sie selbst, mehrentheils in Gestalt von Backsteinen, formen und trocknen läst. *d. H.*

Das, was die Holländer jährlich an sogenannter Umbraerde zur Mahlerei in Wasserfarben und Oehl, und zu anderm Gebrauche ausführen, *) ist nichts im Vergleiche mit dem, was davon die benachbarten Städte und Dörfer verbrauchen, die kein anderes Brennmaterial als dieses für ihren täglichen Gebrauch haben. Auch verbrennt man davon unmittelbar bei den Gruben eine Menge zu Asche, welche ein herrliches Düngmittel abgiebt, und als solches weit umher verfahren wird. Die hierzu bestimmte Erde sticht man gleich in parallelepipedari-

*) Man versichert, dass man in mehrern berühmten holländischen Schnupftabaksfabriken dem Tabak Saft und Weiche dadurch giebt, dass man ihn mit köllnischer Umbraerde versetzt, die ihn färbt, und ihn weich und frisch macht. Daraus erklärt sich, wie einige Miniaturmahler aus holländischem Tabak eine dauerhafte, sehr brennende gelblich-braune Farbe ziehn können, während anderwärts präparirter Tabak dazu nicht geschickt ist. Diese Versetzung macht den Tabak angenehmer, ohne der Gesundheit zu schaden. Denn so wie der Tabak selbst der Staub von Pflanzenblättern ist, die eine Gährung gelitten haben, so ist die köllnische Umbraerde in Erde verwandeltes Holz. *Faujas.*

[Dass man unsre Braunkohlen schon jetzt zu Farben präparire, oder sie dem Schnupftabak beimische, ist mir nicht bekannt. Dagegen haben Bowles und Dillon schon vor geraumer Zeit aus Spanien die Notiz mitgebracht, dass in der grossen königlichen Tabaksfabrik zu Sevilla, welche ganz Spanien ausschliesslich mit Tabak versieht, der Schnupftabak

ſche Stücke, trocknet dieſe, ohne ſie vorher noch in Formen zu ſchlagen, und verbrennt ſie dann, damit der Regen ſie nicht näſſe, (welches ihre Güte verringern würde,) in hölzernen Hütten, die groſsentheils bloſs mit Stroh gedeckt ſind. Die Aſche iſt von feinem und fettigem Gefühl, ſehr weiſs, und viel leichter als die gewöhnliche Holzaſche. Doch giebt es auch eine Art, die etwas falb iſt. Man nimmt auf 1 Morgen von 180 Quadratruthen, die Ruthe zu 16 Fuſs gerechnet, 18 Malter Aſche. Ein Malter, (*Muid*,) enthält 8 *Septier* Köllner (?) Maaſs. *)

„mit einer rothen, auſserordentlich feinen, nicht im mindeſten mit Sande vermiſchten, trippelartigen Erde vermiſcht werde, die den Namen: *Almagre-Erde*, führt und bei *Almazarron* unweit *Carthagena* im Gebirge, in einem mächtigen Lager gefunden werde. Der Sevilliſche Tabak ſoll von dieſer Erde ſeine ſchöne Farbe und das angenehme Gefühl erhalten, und durch dieſe Beimiſchung unnachahmlich ſeyn.“ Sehr möglich, daſs dieſe Almagre-Erde nichts als ſorgfältig präparirte Braunkohle oder ſogenannte Umbraerde iſt. *d. H.*]

*) Bei uns, wo man in der Nähe einer groſsen Stadt keinen Mangel an thieriſchem Dünger hat, wird die Braunkohlenaſche nur ſehr ſparſam hier und da als Düngmittel gebraucht. Zwar ſchüttet man ſie in den Haushaltungen gewöhnlich in die Miſtgruben, doch geſchieht das eben nicht in der Idee, daſs ſie dem Acker zuträglich ſey. Die Braunkohlenaſche aus den Salinen, die umſonſt zu haben iſt, findet unter unſern Ackerbauern gar keinen Ab-

Die Umbraerde brennt mit einer kaum sichtbaren Flamme, ja mehrentheils mit gar keiner. Die Art, wie sich dieses Brennmaterial entzündet, hat einige Aehnlichkeit mit der beim Schwamme, oder vielmehr beim Agaricus, [*Boletus*,] aus dem der Schwamm gemacht wird, der zwar, sobald er mit den glühenden Kohlen in Berührung kömmt, Feuer fängt, durch den sich das Feuer aber nur verdeckt und langsam verbreitet. Gerade so bedeckt sich die Umbraerde beim Brennen mit einer weisslichen Asche; das Feuer aber dringt in das Innere und bildet einen glühenden Kern, der sehr lange dauert und zu allem häuslichen Gebrauche hinlängliche Hitze giebt, obschon das äussere Ansehn kaum auf Hitze schliessen läst. Man ist nicht wenig verwundert, wenn man in die Küchen dieses Landes tritt, eine starke Hitze zu fühlen, die sich von der Feuerstätte aus verbreitet, und die Töpfe umher kochen zu sehn, während das Feuer kaum wahrzunehmen und mit Asche bedeckt ist. Ein solches Brennmaterial ist freilich traurig; der Anblick desselben macht

mehrere; eben so wenig indess der Pfannenstein, der an andern Orten begierig gesucht wird.) In Schönebeck bleibt selbst die Torfasche ungenützt vom Landmanne liegen. In wie fern, und durch welche ihrer Eigenschaften die Torf- und Braunkohlenasche dem Acker zuträglich ist, darüber hat man, so viel ich weiss, noch keine Versuche.

d. H.

macht die Einbildungskraft erſtarren, (*glace l'imagination;*) der Geruch, der ſich umher verbreitet, iſt unangenehm, und man muſs fürwahr jedes andern Brennmittels beraubt ſeyn, ehe man ſich zu dieſem entſchlieſsen kann. Der gewöhnliche Torf der Moräſte iſt im Ganzen auch nicht allzu angenehm; aber doch giebt er eine Art von Helligkeit, und iſt tauſendmahl der Umbraerde vorzuziehn, die man führwahr eine Feuerung für die Todten, (*chauffage des morts,*) nennen möchte. *)

Noch gröſser und ausgedehnter als dieſe Brühler Grube, ſind die *Turff*- oder *Umbragruben bei Liblar*, wohin man von Brühl zu Wagen in 1½ Stunden gelangen kann. Kurz ehe man in dieſes Dorf kömmt, ſieht man das Schloſs *Gracht*, wo die verwittwete Gräfin von Metternich wohnt; ein ſehr angenehmer Aufenthalt, von ſchönen Gewäſſern er-

*) Die Stadt Halle und die umliegenden Gegenden beſtreiten jetzt den gröſsten Theil ihrer Feuerung mit dieſem Brennmaterial, das manchem Einwohner, ehe er ſich daran gewöhnte, noch trübſeliger und ſchrecklicher als ſelbſt unſerm Verfaſſer ſchien. Selbſt die Salzſiedung wird faſt ganz bei Braunkohlenfeuer bewirkt; bei einem ſolchen Feuer unter einer der groſsen Salzpfannen würde unſer Verfaſſer ſich bald überführt haben, daſs auch die Braunkohlen mit einer mächtigen und hell lodernden Flamme brennen können. Nur zur Heitzung des Keſſels der Dampfmaſchinen ſcheinen ſie nach Verſuchen, die darüber angeſtellt ſind, unfähig zu ſeyn. *d. H.*

frischt, und mit einem wohl unterhaltnen Park, Gärten, und einer Naturaliensammlung geziert. Ueber 200 Arbeiter aus dem Dorfe Liblar, Weiber und Kinder ungerechnet, sind in den dicht umherliegenden Turff- oder Umbraerde-Gruben den grösten Theil des Jahres über beschäftigt. Diese Gruben sind durch ihre grosse Ausdehnung, die Art der Förderung und ihr grosses Alter der Aufmerksamkeit des Naturforschers vorzüglich würdig. Man denke sich einen horizontal fortlaufenden Hügel, der in einer Länge von fast ¾ Meile senkrecht abgestochen ist, so hat man ein Bild dieser Gruben, in welchen die Umbraerde überall 12 Fuss und mehr mächtig ist. Die Betreibung ist hier gerade so wie bei Brühl.

Die ganze unerschöpfliche Niederlage von Umbraerde ist gleich der bei Brühl mit zusammengeschwemmten Kieseln bedeckt, die ein im Mittel 10 Fuss mächtiges Lager bilden, und aus denselben Kieseln wie bei Brühl bestehn; nur findet man hier mitunter abgerundete milchweisse und graue Quarzstücke, die 60 bis 80 Pfund wiegen. An den meisten Stellen liegen diese Kiesel unmittelbar auf der Umbraerde; an einigen Stellen findet sich indess zwischen beiden eine dünne Lage Quarzsand, oder sehr kleine Lagen eines grauen oder weissen Letten, dergleichen auch wohl einige Zoll weit in die Umbraerde selbst hineingehn und mit Holztheilchen vermischt sind. Einige 1 bis 2 Fuss breite Spalten, die von oben herab, mehr oder weniger

ſenkrecht und keilförmig 5 bis 6 Fuſs tief in das Lager hineingehn, ſind mit Kieſeln von den obern Geſchieben angefüllt. Auch bemerkt man da, wo das obere Gerüll an die Umbraerde grenzt, in einem Raume von 2 bis 3 Fuſs einige concentriſche Zonen von Umbraerde, die mit platten Kieſeln abwechſelt, welches durch die Bewegung des Waſſers zu der Zeit bewirkt zu ſeyn ſcheint, als Meeresſtröme dieſe groſsen Maſſen von Vegetabilien hier anhäuften.

Die Grube bei *Brühl* liegt auf einem hohen Terrein; die bei *Liblar* auf dem Plateau einer noch gröſsern Höhe. Eben ſo die Gruben bei *Kierdorf*, bei *Bruggen*, bei *Balkhauſen*, bei *Walberberg* und an andern Orten, die auf derſelben Linie liegen. Der Rhein iſt 3 Meilen entfernt, und ſein jetziges Bette liegt über 400 Fuſs unter dem Niveau dieſer Gruben. *)

Das Lager von Liblar iſt auſserordentlich mächtig. Mit Geſenken, die darin zum Verſuche bis auf eine Tiefe von 40 Fuſs und mehr abgeteuft wurden, und die man wegen Waſſers und verdorbner Luft endlich aufgeben muſste, hatte man noch nicht die Sohle des Lagers erreicht.

*) Auch das mächtigſte und ausgedehnteſte unſrer Braunkohlenlager, das bei Langenbogen, findet ſich in Anhöhen, an deren Abhang es ſich völlig abſchneidet, indeſs es mächtiger wird, wo es in den Berg ſetzt. Die Anhöhen ſchlieſsen eine groſse Ebne ein, und das Lager folgt ihnen in ſeinem Streichen.

d. H.

Bei der grofsen Ausdehnung, in welcher es entblöfst und bis jetzt fchon durchfucht ift, hat man darin manches entdeckt, das uns in den Stand fetzen dürfte, einige der Bäume zu beftimmen, aus denen diefe ungeheuren Niederlagen von holziger Materie, die jetzt faft ganz in Erde zerfallen ift, mit entftanden find. Sie ift nicht nur voll Stückchen bituminöfen Holzes, das mehr oder minder pyrituös ift, fondern man hat in ihr noch ganze Baumftämme gefunden, die über 2 Fufs dick und 15 Fufs lang, und noch nicht entartet waren. Je tiefer diefe Bäume liegen, defto compacter find fie, und fie laffen fich dann fägen und bearbeiten; allein an der Luft dauert es nicht lange, fo zerblättern fie fich, ob fie gleich nicht kiefiger Natur zu feyn fcheinen. Bei Verfuchsgefenken hat man in Tiefen von 35 Fufs Stämme gefunden. Ich fage Stämme, denn unter der grofsen Menge, die ich an Ort und Stelle gefehn habe, fand ich nie, weder einen Aft noch eine Wurzel. *) Man kann daraus zwei verfchiedne Folgerungen ziehn: Einmahl, dafs diefe Bäume wohl aus einem Gefchlechte feyn könnten, die

*) Auch in den Braunkohlenlagern um Halle foll fich von beiden keine Spur finden, wohl aber foll bituminöfes Holz mit Aeften in einigen näher bei Magdeburg liegenden Gruben vorkommen. An einem vorzüglich mächtigen Blocke bituminöfen Holzes aus den Beuchlitzer Gruben, die ehemahls faft lauter feftes Holz, jetzt aber faft nur Holzerde liefern, glaubt Herr Kriegsrath von Leyfer einen Anfang der Wurzel bemerkt zu haben. *d. H.*

gleich den Palmenbäumen von Natur keine Seitenäste haben; oder auch, dass Ströme diese Bäume von weitem hergeschwemmt, und dabei durch Reiben und Stofsen und durch die Gewalt der Wellen ihre Aeste und Wurzeln zerstört haben.

Man findet ferner zuweilen in der Umbraerde zu Liblar *Früchte* von dunkelbrauner Farbe, die auf den ersten Anblick ganz die Gestalt gewöhnlicher mit ihrer äufsern Hülle noch umgebner Nüsse haben, sich aber bei einer genauern Untersuchung davon ganz verschieden zeigen. Sie sind nämlich durch und durch solide; und obschon sie ihre Härte verloren haben und zum Theil schon in den Zustand von Umbraerde übergegangen sind, so haben sie doch im Innern noch ihre Gestalt und Organisation behalten. Ich habe einige derselben mit einer sehr feinen Säge der Länge nach durchschneiden lassen, um ihre innere Textur zu sehn. Sie sind durchgehends solide und zeigen festere knochenähnliche Lineamente, die der Zersetzung stärker widerstanden haben. Auf Tafel V sieht man sie mit der gröfsten Genauigkeit abgebildet. Unsre geübtesten Botanisten, wie Jussieu, Desfontaines, Lamark und Thouin, finden, dass diese Früchte eine grosse Aehnlichkeit mit der Nuss der Arecapalme, (*Areca cathecu* L.; *Areca faufel*, Gärtner, tab. 7, Fig. 2,) haben, eines Baums, der in Ostindien, auf den Moluccen und in den südlichen Gegenden China's wächst. Sie glaubten zwar nicht geradezu behaupten zu dürfen, dass diese

Früchte gerade von der Arecapalme herrührten, so viel Aehnlichkeit sie auch mit den Arecanüssen haben; darin aber stimmten sie alle überein, dass es Früchte eines Baums sind, der zu den Palmenarten gehört. Daran lässt sich nicht zweifeln, wenn man die drei Löcher oder kleinen Oeffnungen sieht, welche sie charakterisiren, und sich in dem Theile finden, der dem Stiele entspricht. Auf Tafel V ist eine der Früchte mit diesen drei Oeffnungen abgebildet. Diese für die Geologie so interessante Thatsache verdient bekannt zu werden, und macht die Gruben um Liblar der Aufmerksamkeit des Naturhistorikers würdig. *)

*) Früchte, die sich in unsern Braunkohlenlagern gefunden hätten, sind selbst Herrn Kriegsrath von Leyser, wie er mir versichert, nie vorgekommen, so häufig er auch unsre Braunkohlenwerke besucht habe. Der Steiger zu Langenbogen will indess einmahl eine Eichel in den dortigen Braunkohlen gefunden haben; sehr möglich, dass auch das eine Arecanuss war. Vielleicht, dass die Beobachtungen Faujas bald einen ähnlichen Fund ost- und südindischer Fruchtarten auch bei uns veranlassen, in welchem Falle ich um Mittheilung und Nachricht davon bitte. — Von den *ostpreussischen Bernsteinlagern* haben wir wirklich schon ganz analoge Beobachtungen. Nach Herrn Dr. Hasse's *Entdeckungen im Felde der ältesten Erd- und Menschengeschichte*, Halle 1801, S. 185 f., spült die See nicht bloss zugleich mit dem Bernstein Splitter und Bruchstücke von Holz, (*Sprok* genannt,) aus,

Man hat zwischen der Rinde einiger der in der Umbraerde vergrabnen Stämme Stücke einer har-

die von ganz eigner Art und Natur sind, sondern zu *Palmnicken* im Samеländischen, wo Bernsteingräbereien im Umtriebe stehn, trifft man auch in der Erde in den Bernsteinadern Bäume an. — — „An dem Holze und den Bäumen," sagt H. Hasse, „die in der Nähe des Bernsteins gefunden und aus„gegraben werden, bemerkt man, ob sie gleich „jetzt von ihrer Urbeschaffenheit vieles verloren „haben mögen, viele wunderbare Eigenschaften. „Das Holz läst sich brechen, nicht schneiden, wird „mit den Fingern leicht zerrieben und färbt; es „brennt bloss in Verbindung mit einem andern „Feuer, und glimmt mehr, als dass es brennt. „Es ist äusserst fein und zart. Die ganzen Bäume „im Schachte sind *grösser als die Cedern*, und man „kann zur Zeit keine andern so grossen Bäume in „der ganzen Natur aufweisen, so dass selbst ein Ar„beiter in den Gruben meinte, die Bäume müssten „mit der Sündfluth hineingekommen seyn, sonst „wisse er es sich nicht zu erklären. Ihr Holz hat *keine* „*Rinde*, *kein Mark*, *keine Aeste*, *keine Wachsthums*„*ringe*; die Fibern laufen parallel, und sind nicht „auf die gewöhnliche Art zusammengefügt. In „ihrer Nähe findet man bisweilen noch *Früchte*, „die wie grosse Mandeln oder Nüsse gestaltet sind, „und inwendig ein zellenförmiges Gewebe haben, „das aber nunmehr leer ist. Buchnüsse und Man„delschalen sind es nicht; was aber für Früchte, ist „selbst gründlichen Naturforschern unbekannt." Herr Dr. Hasse meint, diese wunderbaren Bäume, denen der Bernstein ehemahls zum Harze dien-

zigen, gelblichen, halb durchsichtigen Materie gefunden, die, auf glühende Kohlen geworfen, einen

te, hätten ihres Gleichen nicht in der ganzen Natur. Wahre Lebensbäume, ruft er aus, mit Ambrosia und Götterspeise; und sieht sie als den Hauptbeweis seiner Meinung an, dass das Paradies im Bernsteinlande, das ist, im jetzigen Preussen, gestanden haben müsse. „Denn," meint er, „auch die „Beschaffenheit des Bodens, wo diese Bäume ge„funden werden, zeige, dass sie an dem Orte ehe„mahls gestanden haben und nur übersandet wor„den sind. Denn in der Tiefe, wo sie liegen, ist „fruchtbare Erde und rinnen süsse Quellen, die „ehemahls die Oberfläche dieses Landes getränkt „zu haben scheinen." Das Holz aus den Gräbereien, (das nach diesen Beschreibungen nichts anders als bituminöses Holz zu seyn scheint,) wird ungebraucht auf die Halden geworfen. „Schade „um diesen Verlust," sagt Hr. Dr. Hasse, „da diese „Bäume nicht viel weiter ins Land vorkommen, „(indem die Uferberge nach dem Lande zu abhän„gig sind,) und also aufhören dürften. Man sollte „einen ganzen Baum mit flüssig gemachtem Bern„stein umgiessen, und so der Nachwelt als unsterb„lich überliefern." Besteht das Holz der köllnischen Umbraerde, unser bituminöses Holz und das Holz, worin der preussische Bernstein vorkömmt, wirklich aus Palmenarten, so ist es ein interessantes Gegenstück zu den fossilen Zähnen Hörnern und Gerippen von Elephanten, Nasehörnern und ostindischen Stieren, die sich nicht in geringer Menge in unsern Gegenden in den aufgeschwemmten Erdlagern, und noch weit häufiger im nördlich

angenehmen Geruch giebt. Da ich mir davon nichts habe verschaffen können, so kann ich nicht sagen, ob es Bernstein, oder Copal, oder eine ähnliche Materie ist. Die Arbeiter selbst sind sehr dahinter her und verbrennen es als ein Räucherwerk. *)

Einer der ältesten Arbeiter, Nahmens Heinrich Schmits, versicherte mir, er habe vor ungefähr 15 Jahren, in einer Tiefe von 6 Fuss, in der Umbraerde ein Stück eines Hirschgeweihes gefunden, das sehr erkennbar, aber dabei so weich war, dass man es unter den Fingern zerreiben konnte. Man hat so etwas seitdem nicht wieder gefunden. **)

sten Asien finden, wo eine der Lachowsinseln im Eismeere, die 11 Meilen breit und 20 Meilen lang ist, nach Billing's Reise fast ganz aus solchen fossilen Mammouthsknochen, Hörnern und Zähnen bestehn soll. An zusammengeschwemmte Torfmoore möchte freilich dann kaum noch zu denken seyn. *d. H.*

*) Auch in unsern Braunkohlenlagern ist der *Bernstein* ziemlich häufig. Theils kömmt er von pulverulenter Consistenz und von dem S. 444, Anmerk., beschriebnen Ansehn, theils in dichten Massen mit glasigem Bruche vor, und ist leicht an dem Bernsteingeruche zu erkennen, den er auf Kohlen verbreitet. In Preussen nimmt, nach Herrn Dr. Hasse's Versicherung, der Bernstein alle Jahr ab, und seit vielen Jahren übersteigt beim Bernsteingraben die Ausgabe bei weitem die Einnahme. *d. H.*

**) Bei uns finden sich in dem *Langenbogner* Braunkohlenlager häufig *Gypsknollen* von der Größe ei-

ner Nuſs und kleiner bis zu der einer Fauſt oder eines Kopfs, deren mehrere hohl und inwendig mit den ſchönſten octaedriſchen *Schwefelkryſtallen* beſetzt ſind. Das *Röblinger* Lager iſt voll *Schwefelkiesnieren*; und das *Beuchlitzer* enthielt ſonſt Gruppen groſser octaedriſcher Schwefelkieskryſtalle; auch hatten die bituminöſen Baumſtämme, die hier in Menge brachen, ſtatt der Rinde eine Schale von Schwefelkies. Aller dieſer Schwefelkies efflorescirt und zerfällt an der Luft in kurzer Zeit, indem er ſich ſehr bald in ſchwefelſaures Eiſen verwandelt. *Honigſtein* ſoll in unſern Lagern ſeltener als in dem bei Artern zu Hauſe ſeyn. Streiſen von Erdharz verſichert wenigſtens Hr. Kriegsrath von Leyſer in unſern Braunkohlenlagern nicht bemerkt zu haben. *d. H.*

VII.

Chemische Zerlegung der köllnischen Umbraerde,

von

Brogniart,

Professor der Chemie und der Gewerbe am naturhistorischen Museum zu Paris. *)

Meine Absicht war, die von Faujas gelieferte Naturgeschichte der sogenannten Umbraerde durch Untersuchung ihrer chemischen Natur zu vervollständigen.

1. *Aeussere Charaktere der Umbraerde.* Das Stück, welches ich von Faujas erhielt, wog 8 Unzen, und war eine Masse pulverulenter Theilchen von schwarzer und brauner Farbe. Die kleinsten Fragmente waren schwarz, die grössern Stückchen braun, und an diesen liessen sich noch Spuren ihres vegetabilischen Ursprungs sehn. Der schwarze Staub färbte die Finger schwärzlich-braun, und auf dem Papiere zerdrückt, liess er einen braunen Strich, dem Bister ähnlich, zurück.

Trocken hat die Erde gar keinen, genässt, etwas weniges Geruch.

Die Verschiedenheit unter den einzelnen Theilchen der Umbraerde brachte mich auf den Gedan-

*) *Annales du Museum d'Histoire naturelle,* T. 2, No. 8, p. 110 — 119.

ken, daſs die Bruchſtückchen, aus denen ſie beſteht, nicht alle ganz dieſelbe Veränderung erlitten haben mögen. In der That hauchte der *ſchwarze* Staub, als ich ihn auf eine ſtark, doch nicht bis zum Glühen erhitzte Schüppe warf, einen unangenehmen Geruch aus, der groſse Aehnlichkeit mit dem Geruche des Torfs bei einer ähnlichen Behandlung hatte. Die *braunen* Theilchen dagegen, in denen gröſstentheils noch Holzfaſern zu erkennen waren, verbreiteten, wenn man ſie auf die heiſse Schüppe warf, einen faſt aromatiſchen Geruch, dem des Bernſteins ähnlich. *) Die Rückſtände waren nicht völlig verkohlt.

2. *Zerlegung der Umbraerde auf trocknem Wege.* Es wurden von der pulveriſirten Umbraerde 600 Gr. in eine gläſerne Retorte gethan, die ich mit dem nöthigen Apparate, um die flüchtigen Produkte der zerſtörenden Deſtillation aufzufangen, verband. *A.* Zuerſt ging eine klare, farbenloſe Flüſſigkeit über, die einen Geruch hatte. *B.* Dann eine zitrongelbe Flüſſigkeit, deren Farbe bei Verſtärkung des Feuers immer tiefer und zuletzt ſtark braun wurde. — *C.* Ferner ſtiegen Dämpfe von einem pikanten Geruche in die Vorlage. Anfangs waren

*) Dieſe Thatſache verdient eine nähere Prüfung. Iſt ſie gegründet, ſo würde ſie ein Argument für den Urſprung der Braunkohlenlager aus Holz, das damahls hier einheimiſch war, oder ſelbſt mit aus Torfmooren abgeben können. *d. H.*

sie weiſs, färbten sich aber allmählig gelb, dann braun, und hatten in diesem Zustande einen sehr starken Geruch. Zugleich ging ein stinkendes schwarzes, dickes Oehl über, doch nur in geringer Menge, und nun lieſsen sich die Dämpfe durch Berührung mit einem brennenden Körper entzünden und brannten gleich Kohlen- und Schwefel-Wasserstoffgas. *D.* Als die Hitze bis zum Rothglühen der Retorte verstärkt wurde, kamen noch sehr entzündliche Dämpfe, und dann war der Prozeſs vollendet. Nach dem Erkalten der Retorte und des Ofens wurde der Rückstand aus der Retorte genommen. Er bestand aus 216 Gran einer leichten, glänzenden und zerreiblichen *Kohle.* — Diese Kohle wurde in einem Porcellängtiegel zu *Asche* verbrannt, und gab 120 Gran eines sehr feinen röthlichen Staubes, der sich weich anfühlen lieſs, leicht alkalinisch schmeckte, und binnen 16 bis 20 Stunden $\frac{1}{12}$ seines Gewichts an Feuchtigkeit aus der Luft in sich gesogen hatte. *)

*) Herr Apotheker Heyer in Braunschweig erhielt, als er von der *Röblinger Braunkohle*, deren spec. Gewicht er auf 1,228 bestimmte, 2160 Gran der trocknen Destillation unterwarf, 1020 Gran festen Rückstand, [also *verkohlte* oder sogenannte *abgeschwefelte Braunkohle*,] die nun ziemlich fest war, und in einem Tiegel zwischen glühende Kohlen gesetzt, beinahe 1 Stunde mit heller Flamme brannte und dann noch an 4 Stunden glühte, ehe alles zu Asche wurde, und diese wog nur 210 Gran.

3. *Zerlegung der Asche.* Von der Asche wurden 36 Gran in 96 Gran destillirten Wassers zerrührt, und bis 30° R. erwärmt. Als ich dann nach einer halben Stunde filtrirte, erhielt ich eine Lauge von alkalinischem Geschmacke, dem einer sehr verdünnten Kalilauge ähnlich, welche den Malven-

(v. Crell's *Chem. Annalen*, 1797, B. 1, S. 395.) Hiernach zu urtheilen, würde also die Röblinger Braunkohle verhältnissmäfsig weit reicher an Kohlenstoff, und daher ein weit besseres Brennmaterial als die köllnische seyn, vorausgesetzt, dafs Herr Heyer die Destillation gleichfalls bis zum Ende, bei völligem Glühen der Retorte fortgesetzt habe. Auch möchte es hiernach vortheilhaft seyn, die Röblinger Braunkohle in dazu errichteten Oefen vollends zu verkohlen. Die flüchtigen Produkte, welche bei der Destillation übergingen, waren 840 Gran einer milchweifsen bränstlich riechenden und schmeckenden Flüssigkeit und etwa 120 Gran eines bränstlichen Oehls; Angaben, welche ebenso ungenügend als die Brogniart's sind, da gerade in diesen flüchtigen Produkten das Charakteristische der chemischen Natur der Braunkohle liegen möchte, auch auf die dabei entweichenden Gasarten gar nicht gesehen ist. Verkohlungsversuche der Braunkohlen in Meilern, welche man hier im Kleinen versucht hat, sollen, nach Versicherung des Hrn. Kriegsraths v. Leyser, zwar, wenn sie geglückt sind, wirklich ein besseres Brennmaterial gegeben haben, gewöhnlich aber, wenn stärkerer Luftzug entstand, verbrannten dabei die Braunkohlen gänzlich. *d. H.*

und Veilchensaft grünte und mit Essigsäure leicht aufbrauste. Bis zur Trocknifs abgeraucht, gab sie einen Rückstand von ungefähr 1 Gran, der an der Luft zerflofs, mit Säuren brauste, und daher nichts anders als *halb kohlensaures Kali* seyn konnte.

Auf den Rückstand beim Filtriren gofs ich Salzsäure. Ob sie gleich mit der Hälfte Wasser verdünnt war, so erfolgte doch ein ziemlich lebhaftes Aufbrausen. Nachdem sich alles gesetzt hatte, war die Flüssigkeit farbenlos. Sie wurde filtrirt und das Filtrum in der Wärme gehörig ausgesüfst, dann getrocknet und gewogen. Es enthielt ungefähr 12 Gran einer weifsen, staubartigen, harten Materie, die zwischen den Zähnen knirschte; wahre *Kieselerde*.

Die Lauge, die durch das Filtrum gegangen war, wurde vermittelst liquiden kohlensauren Kali's zersetzt, und gab dem Anscheine nach eine grofse Menge eines flockigen Niederschlags, der aber doch nach dem Filtriren und Trocknen nur 16 Gran wog. Er bestand aus *kohlensaurem Kalk*, dem eine sehr geringe Menge *Thonerde* beigemischt war. Beider Verhältnifs konnte ich nicht bestimmen. *)

*) Nach Herrn Heyer's nicht recht genügender Untersuchung der 210 Gran Asche aus der Röblinger Braunkohle sollen diese enthalten haben: 2½ Gr. Glaubersalz und Kochsalz, 48 Gran Gyps, 28 Gran eisenschüssige Thonerde, 72 Gran gelblichen Sand und noch etwas Kohle. *d. H.*

4. *Verhalten der Umbraerde gegen die Reagentien.* 288 Gran gehörig getrockneter Umbraerde, die durch ein seidnes Sieb gegangen waren, wurden mit dem 16fachen Gewichte destillirten Wassers übergossen und dieses nach 16 Stunden abfiltrirt. Die Lauge war von schöner Goldfarbe. Eine zweite Infusion, die unter 60° R. Wärme erhalten wurde, gab eine schwach gelbliche Lauge. Bei einer dritten Infusion im Filtro mit kochendem Wasser nahm das Wasser weder Farbe noch Geschmack an, statt dass die beiden ersten Laugen unangenehm erdig schmeckten. Die Laugen wurden zusammengegossen und evaporirt. Dabei verlor sich der Erdgeschmack und blieb bloss ein brauner Fleck zurück, der höchstens 3 Gran wiegen konnte, und mit warmen Wasser aufs neue infundirt, wieder eine goldgelbe Lauge, und einen Rückstand gab, der aus sehr fein zertheilter Kohle bestand, welche mit den Infusionen durch das Filtrum gegangen war.

Alle diese Infusionen hatten einen schwachen erdigen und alkalinischen Geschmack, grünten die Malventinktur ein wenig und waren fast ohne Geruch. Blausaures Eisen wirkte weder auf die Infusionen noch auf die Rückstände. Salpetersaures Silber gab einen leichten flockigen, und salpetersaurer Baryt einen kaum sichtbaren Niederschlag.

Daraus folgt, dass die Umbraerde ein Gemenge von sehr fein vertheilter Kieselerde, Thonerde und Kalkerde enthält, die durch Kohle gefärbt ist, welche

che nach Verschiedenheit der Farbe mehr oder weniger vollständig verkohlt ist. *)

5. *Vergleichende Zerlegung von faulem Holze.* Ich nahm von einem gefaulten eichnen Balken, aus einem alten niedergerissnen Gebäude, 4 Unzen staubigen faulen Holzes, das von einem sehr dunkeln Braungelb war. Als dieser Staub auf einem Ofen getrocknet wurde, verlor er $\frac{1}{6}$ an Gewicht, und schmeckte erdig und unangenehm. In der trocknen Destillation gab dieses faule Holz Wasser, das anfangs hell und farbenlos war, dann aber sich immer stärker färbte, ferner brenzliche Essigsäure oder sogenannte Holzsäure, Kohlen-Wasserstoffgas, einige Tropfen eines schwarzen sehr stinkenden Oehls,

*) Eine genügende und völlig belehrende Analyse der köllnischen Umbraerde müsste zum wenigsten den Antheil derselben an Kohlenstoff, und an Wasserstoff, als den verbrennlichen Theilen derselben, und wo möglich die Gestalt, in welcher beide als unmittelbare Bestandtheile in ihr vorkommen, auch ob sie Schwefel enthält, ob sie bei der trocknen Destillation Ammoniak oder Essigsäure giebt, und ob und in wie weit sie durch Einwirkung der mächtig oxygenirenden Säuren, besonders der Salpetersäure, in eine Pflanzensäure zu verwandeln sey, bestimmen; lauter Fragen, die durch Brogniart's Zerlegung unbeantwortet bleiben. Aus diesem Grunde scheint mir auch die folgende vergleichende Zerlegung des faulen Holzes nur von wenig Werth zu seyn. *d. H.*

und einen nur geringen pulverulenten, kohlenartigen Rückstand, der nach der Einäscherung etwas Kali, Kieselerde, Thonerde, Kalkerde und ein Atom Eisen zu enthalten schien. — Destillirtes Wasser zog aus diesem faulen Holze eine unangenehm riechende und schmeckende Tinktur von Ambrafarbe aus, die, durch Reagentien geprüft, Atome von Kieselerde, von Kalkerde, von Thonerde und von Eisen zu enthalten schien.

Ein Sarg, der, nach der Aufschrift, im Jahre 990 gemacht war, und den Leichnam eines Abts von St. Germain-des-Prés enthielt, gab die zweite Masse gefaulten Holzes her, die ich untersucht habe. Er stand in einem steinernen Sarkophag, der im Felsen ausgehöhlt war, und worauf der steinerne Deckel genau schloss, und war am 7ten Prairial J. 7 vom B. Lenoir, Administrator und Conservator des Museums der Monumente, geöffnet und herausgenommen worden. Das Holz war leicht, schwammig, von brauner Farbe, ohne Geschmack und Geruch, und man erkannte darin noch Spuren von Fasern und der Verlängerungen des Marks. Dieses völlig gefaulte Holz gab in der Analyse und bei der Behandlung mit Wasser und Reagentien dieselben Producte als das vorige seit viel kürzerer Zeit in Fäulniss übergegangene. Der Geruch bei der zerstörenden Destillation war stärker, und hatte etwas ähnliches mit dem Geruche thierischer Theile, die durch trockne Destillation zersetzt werden

Die eingeäscherte Kohle gab eine weissliche sehr wenig alkalinische Asche.

Beim Einreissen einer hölzernen, vor etwa 4 Jahren erbauten Brücke fand ich zufälliger Weise viel weisses faules Holz, das im Dunkeln leuchtete. Wie die vorigen untersucht, gab es dieselben Resultate, nur mit mindrer Energie.

6. *Ursprung der braunen köllnischen Erde.* **Faujas** glaubt, dass dieser ungeheure Haufe farbiger Erde von verschüttetem und zusammengeschwemmtem Holze seinen Ursprung habe. Darin stimme ich ihm völlig bei; und kann zu seinen Gründen noch die vergleichende Zerlegung derselben und des faulen Holzes hinzufügen.

Die Pflanzen werden nicht bloss durch den Wärmestoff, sondern auch durch die Einwirkung andrer Stoffe zersetzt, die selbst mehr oder minder zersetzbar sind, und deren entbundne Grundstoffe kräftiger und auf bestimmte Art auf sie wirken können. An offner Luft verbrannt, lassen sie höchstens $\frac{1}{30}$ (?) Asche an Rückstand, von welchem Wasser alle Salze trennt, da dann höchstens $\frac{1}{100}$ an Erden zurück bleibt. Ohne Zutritt der Luft verkohlt die Wärme die Pflanzen. Dasselbe geschieht, doch minder vollständig, durch die Einwirkung des Wassers, welches sich dabei selbst zersetzt. In diesem Falle behält es noch öhlige Theile zurück, bleibt farbig, und ist überhaupt dieselbe Substanz, welche in der Zerset-

zung des Holzes durch Feuer das *Bister* giebt. *) — Die weiſse Farbe des meiſten faulen Holzes iſt dem fortdauernden Auswaſchen zuzuſchreiben, durch das alles, was im Waſſer auflösbar und was farbig (?) iſt, mit fortgenommen wird.

*) *Biſter* iſt bekanntlich Glanzruſs, den man durch Kochen in Waſſer aller Salze beraubt hat und ſorgfältig trocken erhält. *d. H.*

VIII.

Ueber den pyrituösen Torf, (tourbe pyriteuse,) des Aisne-Departements und dessen Formation,

von

J. L. M. Poiret,

Professor der Naturgeschichte an der Centralschule des Aisne-Departements. *)

1. *Vorkommen des pyrituösen Torfs.* Dieser Torf, eins der interessantesten Producte des Aisne-Departements, wird dort gewöhnlich *schwarze Asche*, (*cendres noires*,) genannt. Er ist eine schwarze, erdige, mehr oder minder compacte, von Eisen und Schwefel durchdrungne Substanz, die sich an der Luft von selbst entzündet, und beim Verbrennen viel schwefelsaures Eisen bildet. Er kömmt in regelmäßsigen, horizontalen Lagen von verschiedner Stärke und in verschiednen Tiefen vor, oft abwechselnd mit Mergel oder Letten, die auch das Dach desselben ausmachen. Aus den untersten La-

*) Ausgezogen aus drei dem National-Institute vorgelegten, und im *Journal de Physique*, T. 8, p. 292, T. 10, p. 1, und T. 12, (55,) p. 189, abgedruckten Abhandlungen, welche mir in mehr als Einer Hinsicht merkwürdig zu seyn scheinen. *d. H.*

gen dringt eine Menge Wasser, das ohne Geschmack ist und die Arbeiter hindert. Beim Stechen ist der Torf selbst sehr nass, und zuweilen fett anzufühlen.

Dieser Torf findet sich in einem Distrikte von ungefähr 64 Quadratmyriamètres, [115 geograph. Quadratmeilen.] An sehr vielen Stellen unterbrechen ihn sandige Hügel, Kalkberge, grosse Moräste und mehrere Flüsse, wie z. B. die Aisne, Somme, Oise und andre. Unter andern gehören die Gegenden um Beaurieux, Bourq, Urcelle, Liez, la Fere, Soissons, St. Quentin, Chateau-Thierry und Beauvais zu denen, wo er sich in grösster Menge findet. Der Boden, auf dem er steht, ist überhaupt morastig und schlammig, und besteht an einigen Orten aus Mergel, an andern aus Letten oder Sand.

2. *Fremdartige Körper in diesem Torfe.* In den Torfgruben unweit Soisson, am Wege nach Chateau-Thierry, fand ich zwischen den untern und obern Torflagern eine $\frac{1}{10}$ Mètre, (3,6 par. Zoll,) dicke Lage eines weichen, grauen, schlammigen Mergels, (*marne limoneuse,*) der hier und da in ocherartigen Tuff überging und voll Stückchen von Flussmuscheln war, unter denen ich auch einige ganze wohlerhaltne Muscheln fand, die alle zu den in unsern Seen und Flüssen einheimischen Arten gehören, z. B. *Helix cornea, palustris* und *vivipara L.*; ein zur Kenntniss des Zustandes der Erde, als

das Meer unſre Gegenden zuletzt überſchwemmte, nicht unwichtiger Umſtand. *)

Die Lager des pyrituöſen Torfs, welche unmittelbar über dieſen Muſcheln ſtehn, wechſeln ab mit Lagen von Letten und Mergel von verſchiedner Art und ſehr verſchiedner Farbe; doch ſind Grau und Blau die häufigſten. Manchmahl findet man, beſonders in den oberſten Lagen, ſtatt des Torfs ganze Lager

*) Unter *ſchlammigem Mergel*, (*limon marneux*.) verſtehe ich hier regelmäſsige Lager, die durch Moraſtwaſſer abgeſetzt, und noch weich wie Schlamm ſind, aus mehrern Erdarten, beſonders aus Kalkerde und Thon, mit etwas beigemengtem Sand und Dammerde beſtehn, und die zuweilen Schalen von Fluſsmuſcheln und andre Körper enthalten, welche zum Beweiſe des angegebenen Urſprungs dienen. Iſt dieſer Schlamm bis auf einen gewiſſen Grad erhärtet, ſo daſs er die Conſiſtenz eines leicht zu zerbrechenden Steins hat, ſo betrachte ich ihn als einen *Tuff*, und zwar als *Mergel-Schlamm-Tuff* (*tuf marneux limoneux*) um den allgemeinen Namen, der den Uebergang einer Erde in Stein, und zwar in den Zuſtand eines noch leicht zerbrechlichen Steins bezeichnet, näher zu beſtimmen. Viele dieſer Mergel-Schlamm-Lager enthalten *Fluſsmuſcheln* in groſser Menge, worunter es jedoch nur höchſt wenige Ganze giebt; einige dieſer muſchelhaltigen Mergellager ſind noch von der Schlammconſiſtenz, andre zu Tuff erhärtet, und noch andre bilden, wie z. B. bei Beaurieux, einen ſehr harten pyrituöſen Stein, worin die Muſcheln verkieſt ſind, und ſich im Zuſtande ſehr glänzender mit ſilberweiſsen Punkten durchſtreuter Schwefelkieſe befinden. *P.*

sehr leichter und blättriger *fossiler Kohlen*, die den Bränden auf unsern Feuerhërden so ähnlich sind, dass man sie dafür nehmen könnte. Doch geben sie beim Verbrennen einen leichten schwefligen Geruch, und sind zuweilen pyrituös.

Nicht minder interessant ist das *aufgeschwemmte Erdreich* über den Torflagern. Es besteht in der Regel aus Mergel, Sand, Thon, Dammerde, und diese Lagen sind voll *Meermuscheln*, welche in ihnen theils isolirt liegen, theils in Gruppen oder in ganzen regelmässigen Bänken von Austern, Schraubenmuscheln, Ceriten, Bucciniten, Venusmuscheln, Neriten und so weiter, meist calcinirt und in Stücken zerbrochen vorkommen. Auch finden sich diese Muscheln, doch in weit geringerer Menge, und öfters verkiest und in einen mergelartigen Tuff vereinigt, in den obersten Torflagern selbst; nie aber in den untern oder unter dem Torfe. *)

*) Die Erdlager über dem Torfe sind nicht an allen Orten dieselben und in einerlei Folge. Ueber dem pyrituösen Torfe, der ¼ Lieue von *Soissons*, am Wege nach Chateau-Thierry, in einem etwas morastigen Boden gegraben wird, und nur wenig höher als die Aisne, ¾ Lieues von den Muschelkalkgebirgen entfernt liegt, welche die Ebene, in der Soissons gebaut ist, umgeben, — besteht die *erste* Lage unmittelbar über dem Torfe aus einem bläulichen Sande, der mit etwas Thon, Kalkerde und wenigen Meermuscheln vermengt ist; die *zweite* aus einem leichten, sandigen, gelblichen Thone, der dieselben Muscheln als die erste Lage, doch in viel grösserer Menge

Nächstdem sind folgende die merkwürdigsten Körper, die man in dem Torfe oder in den Mergellagern, im Innern des Torfes findet: *Fossiles Holz;* ganze Baumstämme ohne Rinde mit ihren ersten Zweigen, horizontal liegend; in einigen ist das Holz noch in seinem natürlichen Zustande, in andern äusserlich schwarz, oder zum Theil verkohlt, mitunter an der Stelle der Knoten verkiest, (*pyriteux.*) — *Versteinertes Holz* verschiedner Art; einiges blättrig, andres compact, kieselartig, grau oder schwarz, manchmahl in den Höhlungen mit kleinen Quarzkrystallen besetzt. Ich besitze ein Stück, welches im Innern kieselartig, und äusserlich an der einen Seite verkiest, an der andern verkohlt ist. — *Bündel steifer,* wie es scheint, *holziger Fasern,* die der Länge nach neben einander liegen, schwarz, sehr brüchig, ein wenig gewunden,

enthält, (es sind fast lauter kleine Venusmuscheln, die sich beinahe im Zustande eines Falun befinden, und die man hier und da zerstreut in verschiednen Lagen sieht, auch findet man einige Ceriten und Austern.) Die *dritte* Lage ist ein mehr compacter und viel fetterer Thon, voll flacher grosser Austerschalen; die *vierte* Lage endlich Dammerde, von nur geringer Mächtigkeit. Die untere oder concavere Schale dieser Austern besteht aus geriefften Schuppen, (*écailles imbriquées.*) deren abwechselnde Erhabenheiten und Vertiefungen wie Canäle bilden, und man sieht in der Mitte derselben einen einzigen breiten Muskulareindruck in Gestalt eines Ohrs. P.

und von der Dicke des gewöhnlichen Messingdrahts sind. Keine Säure greift sie an; und sie verbrennen im Feuer nur langsam. Ich wage es nicht, ihren Ursprung anzugeben, mit Wurzelzasern oder Holzfibern scheinen sie mir die meiste Aehnlichkeit zu haben. — *Schwefelkiese* in grosser Menge, von sehr verschiedner Gestalt und Farbe: lange, platte, abgerundete und nierenförmige, glänzende mit Taubenhalsfarben, von Tombakfarbe, oder voll silberweisser Pünktchen. — *Bernstein* in kleinen, von aussen schwärzlichen, von Innen aber gelben und durchsichtigen oder dunkelbraunen Stücken. — *Stückchen von Thierknochen* habe ich nicht selbst, hat aber Forestier, Arzt in St. Quentin, in diesem Torfe gefunden. — Grosse Massen schwarzer abgerundeter *Sandsteine*, (*grès*,) in Gestalt von Brödten, die oft inwendig hohl und mit schönen dunkelschwarzen Quarzkrystallen besetzt sind, und ähnliche kalkartige Geschiebe, in deren Innerm man die Krystalle oft nur in der Sonne gewahr wird. — *Ocher* von verschiednen Farben, gelb, braun, röthlich, und *Alaunerde*, besonders im Torf um Beaurieux, aus welchem sich wirklich Alaun gewinnen läſst. Auf den obersten Torflagen haben einige Alaun, und Sage *Glaubersalz* efflorescirt gefunden, letzterer fand auch in einigen unsrer Torfgründe etwas *Kupfer* und *Zink*. — Endlich streifige und blättrige *Gypskrystalle* von mäſsiger Gröſse. Diese kommen jedoch nicht im Torfe, sondern nur in den Mergellagern, die zwischen dem Torfe

liegen, und selbst in ihnen nur dann vor, wenn sie mit der freien Luft in Berührung gestanden haben. Dieser Mergel ist schwärzlich, von Schwefelkies durchdrungen und etwas feucht. Wird er herausgegraben und in Haufen geschüttet, so findet man ihn schon nach wenigen Tagen mit kleinen Gypskrystallen ganz bedeckt, diese nehmen täglich und fast sichtlich an Menge und Gröſse zu, und endlich findet man fast den ganzen Haufen in Gypskrystalle verwandelt, so daſs nach Jahresfrist der Mergel, der zuvor nicht einen Krystall enthielt, nichts als eine Masse glänzender, durch das Eisen etwas geschwärzter Krystalle zu seyn scheint. Einzeln sind es schiefe 6- oder 10seitige Prismen, zusammengedrückt, blättrig, und an den Enden abgestumpft, oder mit einer rhomboidalischen abgestumpften Pyramide, (auch wohl mit zweien, die ihre Grundflächen einander zukehren,) versehn. Diese vereinigen sich häufig zu verschieden gestalteten Gruppen, deren einige groſse gestreifte Krystalle von derselben Form wie die einzelnen, andre halb offne Fächer, Sterne oder unregelmäſsige Krystallkugeln bilden. Die meisten und schönsten dieser Krystalle habe ich bei Beaurieux gefunden, wo sie 1 bis 6 oder 8 Centimètres lang und 2 bis 3 Centimètres dick vorkommen.

3. *Lagerung des pyrituösen Torfs bei Beaurieux.* Im Jahre 1774 lieſs der B. Belly-Büſſy in der Torfstecherei von *Bourq* am Ufer der Aisne einen Versuchsschacht, (*fosse,*) ungefähr 63 Fuſs tief ab-

teufen, nach Art, wie man bei Valenciennes mit den Steinkohlenschächten verfährt. Hierbei fand sich die Folge der Schichten folgendermassen:

1.	Dammerde, mächtig	9 par. Fuss
2.	Bläulicher Letten	3
3.	Pyrituöser Torf	1,8
4.	Schieferart. Thon, (*terre glaise ardoisée*)	1,8
5.	Pyrituöser Torf	1,8
6.	Letten (*terre glaise*)	1,5
7.	Grauer Sand mit pyrituösen Muscheln	2,4
8.	Pyrituöser Torf	1
9.	Blauer Letten	2,4
10.	Pyrituöser Torf	0,5
11.	Letten von verschiednen Farben, grau, blau, weiss, und weiss gefleckt mit Schwefelkiesen	15
12.	Weisser Sand	21

Als die Arbeiter in diesen Sand etwa 15 Fuss tief hinabgekommen waren, hofften sie durch Bohren die Steinkohlen erschroten zu können, die, wie sie glaubten, unter dem Torfe liegen müssten. Sie hatten aber kaum 6 Fuss tief gebohrt, so drang mit unglaublicher Heftigkeit Wasser hervor, das Stückchen von *Moortorf*, (*tourbe des marais*,) mit sich führte, und der Bohrer sank ungefähr 21 Fuss tief ein. Ungeachtet 4 Pumpen, (*corps de pompe*,) jede 0,9 par. Fuss weit, die von 24 Pferden sehr schnell bewegt wurden, in beständiger Arbeit waren, so füllte doch das zudringende Wasser den Schacht in sehr kurzer Zeit, (*en un instant*;) und da der Sand die Pumpen versetzte, so musste der Schacht verlassen werden.

Dieselben Lager, als im Thale von Bourq, hat der B. Belly-Büssy auch im *Berge von Beaurieux* gefunden. In einigen Lagen des pyrituösen Torfs nahm er Blätter, kohlenähnliche Theile, und Stücke natürlichen versteinerten Holzes wahr. Auf dem *Berge von Cuissy* sind die Torflager, besonders die obern, nur mittelmäfsig. Die zwischen ihnen liegenden Lettenschichten erzeugen an der Luft eine grofse Menge Gypskrystalle. Je weiter man mit der Torfgräberei in den Berg hinein kömmt, desto mächtiger und kohlenartiger, (*charbonneuses*,) werden die Lager, und kommen genau in derselben Ordnung als die bei Bourq vor.

In der Folge, wie diese Lager unter einander liegen, ist zweierlei besonders merkwürdig: *erstens*, dafs tief unter dem pyrituösen Torfe ein *torfhaltiger Morast* steht, der folglich von früherer Formation seyn mufs; und *zweitens*, dafs man unter den obern Lagern des pyrituösen Torfs eine Schicht grauen Sandes mit *pyrituösen Muscheln* findet. Diese Muscheln sind so zerbröckelt und entstellt, dafs ich bis jetzt noch nicht habe bestimmen können, ob es Flufs- oder Meermuscheln sind; sie scheinen mir indefs gröfstentheils zweischalig zu seyn, und zu den Geschlechtern *Tellina*, *Mytilus* und *Mya* zu gehören, welche unsre Flüsse und Seen bewohnen. *)

*) Auch in Monnet's *Description mineral. de la France* finden sich p. 80 *Flufsmuscheln* erwähnt, die wenige Zoll unter einer 7 bis 8 Zoll dicken Lage *de terre végétale pyritisée*, welche neben dem Stadt-

Drittens verdient noch bemerkt zu werden, daſs an erhabnen und bergigen Oertern der pyrituöſe Torf ſeinen Charakter verändert, und ſich in einem kohlenähnlichen Zuſtande befindet, oder vielmehr eine wahre *foſſile* und *pyrituöſe Kohle* iſt, während er in tiefen Gründen ſich mehr dem Schlammtorfe nähert. *)

4. *Vermuthungen über die Entſtehung des pyrituöſen Torfs, und über den damahligen Zuſtand der Erde und die Revolutionen, welche ſie ſeitdem erlitten hat.* Die fremdartigen Körper, welche ſich im pyrituöſen Torfe finden, die Elemente, aus denen er ſelbſt beſteht, die Ordnung ſeiner Schichten, der Moraſtgrund, auf dem er ſteht, die Fluſsmuſcheln in den untern Lagern und die Meermuſcheln, welche ſich über den oberſten finden, ſind eben ſo

graben von *Soiſſons* 10 bis 12 Fuſs tief unter Tage anſteht, und mithin unter einer Schicht Auſtern liegen, die ſich dort faſt an der Oberfläche des Erdreichs befindet. Daſs übrigens die verkieſten Muſcheln bei Beaurieux wirklich Fluſsmuſcheln ſind, ſcheint mir auſser Streit zu ſeyn, obſchon ich noch keine ganze Muſchel von dorther geſehn habe. Die Stückchen ſind völlig dieſelben als aus dem Torfe bei Soiſſons, und das Lager, worin ſie an beiden Orten vorkommen, liegt zwiſchen zwei Torflagern und iſt faſt von gleicher Mächtigkeit. *P.*

*) Dieſe Stelle ſcheint mir dafür zu ſprechen, daſs der ſogenannte pyrituöſe Torf vielleicht einerlei Foſſil mit unſrer *Braunkohle* iſt, und daſs dieſe in der ehemahligen Picardie noch in gröſse-

viele Data, aus denen sich auf die Art, wie diese Torflager entstanden seyn mögen, und auf den vorhergehenden Zustand des Erdbodens und die spätern Revolutionen desselben schliessen läst.

Die Flussmuscheln, welche sich lagenweise in einem schlammartigen Mergel ein wenig über dem untersten Torflager, aber ziemlich tief *unter* Meermuscheln finden, können sich so nicht anders, als auf dem Boden eines Sees oder Morastes von süssem Wasser, vereinigt haben, welcher vor der letzten Zurückkunft der Meereswasser über diese Gegenden hier schon muss vorhanden gewesen seyn. Alles übrige stimmt vollkommen mit dieser Idee zusammen, z. B. der Moortorf, den man in einer Tiefe von mehr als 63 Fuss, tief unter dem pyrituösen Torfe bei Bourq gefunden hat. Und dieses

rer Ausdehnung als in unsern Gegenden und im Köllnischen, und unter besonders merkwürdigen Umständen vorkömmt. Auch bei uns haben die am tiefsten stehenden Braunkohlen, die mehrentheils vorzüglich rein und unter Wasser sind, ein von den höher liegenden verschiednes Ansehn, und sind daher von einigen für sogenannte *Moorkohlen* erklärt worden; auch bei uns pflegen die Lager, wo sie tiefer in die Anhöhen einsetzen, mächtiger zu werden, und auch viele unsrer Braunkohlenlager sind voll Schwefelkiese. Fänden sich in ihnen Lettenlager mit Flussmuscheln, so wäre die Identität unverkennbar; ob dieses indess der Fall sey oder nicht, darüber habe ich keine zuverlässige Auskunft. *d. H.*

giebt uns die Geschichte der schwarzen, erdigen, brennbaren Substanz an die Hand, die man nicht mit Unrecht *pyrituösen Torf* genannt hat.

Statt die Bildung derselben von *Treibholz* abzuleiten, das an einigen Stellen durch Ströme angehäuft sey, scheint es mir viel natürlicher zu seyn, sich vorzustellen, dieser Torf sey durch allmählige Zerstörung der Pflanzen, die in grosser Menge in den Sümpfen wachsen, entstanden, und zwar aus Pflanzen, die an der Stelle selbst, wo sich dieser Torf noch jetzt findet, vegetirten. Diese Meinung gewinnt noch mehr an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass unser pyrituöser Torf sich dem sogenannten *Schlammtorfe* gar sehr nähert. Er ist, wie dieser, schwarz, sehr compact, sehr inflammabel, zum Theil im Boden der Seen und Moräste durch die Zersetzung der Pflanzen entstanden, von einer Eisenauflösung durchdrungen, (?) und enthält noch einige Spuren von Vegetabilien. Ohne die Gegenwart des Schwefels, der ihn pyrituös macht, würde er sich fast in nichts von dem Schlammtorfe unterscheiden, den man aus einigen Morästen sticht.

Hiernach ist es nun leicht, das Entstehn der mit den Torflagern abwechselnden Schichten von schlammigem Mergel, (*marne limoneuse*,) zu erklären. Sie rühren unstreitig von Flüssen oder Strömungen her, die sich von den erhabnern Stellen herab in den Morast gestürzt und den Thon und die Kreide, die sie aus ihrem Bette mit fortspülten, hier abgesetzt haben.

Die

Die Baumstämme, das fossile oder versteinerte Holz und die Kohlen, die sich in den Torflagern, letztere besonders an hoch liegenden Stellen, finden, sind wahrscheinlich Ueberbleibsel von Wäldern dieser Gegenden. Denn bekanntlich sind fast alle unbewohnten Wildnisse mit Wäldern und Morästen bedeckt. Ihre Blätter vermehren jährlich die Dammerde; die abgestorbnen Stämme fallen um, und so bilden sich mit Beihülfe der Morastpflanzen nach Jahrhunderten mächtige Lager zersetzten Holzes, von welchem einiges zu Dammerde wird, andres zu kohlenartigem oder schlammigem Torfe, (oder, wenn Schwefeltheile aus zersetzten thierischen oder vegetabilischen Theilen, oder durch Wasser zugeschwemmt werden, zu pyrituösem Torfe,) und noch andres, das sich mit Erdpech aus zersetzten thierischen und Pflanzenstoffen durchzieht, zu Steinkohle. Findet sich fossiles Holz noch im Holzzustande, so ist dieses wohl gleich beim Umfallen mit Erde und Sand umgeben und dadurch gegen die zerstörenden Kräfte geschützt worden. Anderes hat sich versteinert.

Aus diesen Gründen glaube ich die Bildung der verschiednen Arten des *schlammigen*, des *pyrituösen* und des *bituminösen Torfs*, (welcher letztere die Steinkohlen ausmacht,) in eine und dieselbe Epoche versetzen und einerlei Ursachen zuschreiben zu müssen. Der *faserige Torf*, (*tourbe fibreuse*,) den man auf der Oberfläche der Erde gewöhnlich findet, ist höchst wahrscheinlich der erste Zustand

aller jener Torfarten, die man in gröſserer oder geringerer Tiefe findet. Dieſer faſerige Torf verwandelt ſich durch fernere Zerſetzung und durch Annäherung ſeiner Theilchen unmerklich in *ſchlammigen Torf*, der dichter, erdiger und mehr oder weniger eiſenhaltig iſt. Iſt er mit Schwefel durchzogen, ſo wird er *pyrituös*; *bituminös* dagegen, wenn die öhligen Theile der zerſetzten Pflanzen nicht durch beſondere Urſachen fortgeführt werden, und ſich mit der Schwefelſäure haben vereinigen können. Zwar findet man bei den Steinkohlen Spuren von Meerthieren und von exotiſchen Fiſchen, Muſcheln und Pflanzen; dieſe kommen aber insgeſammt nur in dem *Dache* oder höchſtens in den oberſten Lagen der Steinkohlen vor, und noch nie hat man ſie in den untern Lagen gefunden. *)

*) Was Poiret hier und in der Folge *Schlammtorf* nennt, ſtimmt, wie man ſieht, mit des Herrn von Beroldingen *Pechtorf* überein. Daſs die Wurzeln und Stengel von Kräutern oder Waſſerpflanzen, die den gewöhnlichen faſerigen Torf bilden, noch weiter zerſetzbar ſind, bis ſie endlich alle organiſche Form verlieren und in eine Maſſe von erdartiger Conſiſtenz zerfallen, daran läſst ſich auf keine Art zweifeln. Iſt das aber der Fall, ſo dürfte es doch immer noch die Frage ſeyn, ob wir berechtigt ſind, die Benennung: Torf, bloſs auf den noch faſerigen einzuſchränken, und, wie es gewöhnlich geſchieht, das Vorhandenſeyn noch kenntlicher Pflanzenfaſern für ein charakteriſtiſches Kennzeichen des Torfs auszugeben. Wenigſtens

Diese Vorstellung, welche sich auf Thatsachen gründet, die noch täglich unter unsern Augen vorgehn, da der Torf sich im Grunde der Moräste immerfort bildet, scheint mir den Ursprung der ausgebreiteten Lager pyrituösen und bituminösen Torfs, deren viele 30 bis 50 Fuss und mehr mächtig sind, weit genügender zu erklären, als dass besondere und locale Revolutionen oder Meeresströme eine so ungeheure Menge von Holz hätten *zusammenschwemmen* können, als sich in jenen Formen durch so viele Länder zerstreut findet. Ist es nicht viel natürlicher, sich diese Lager als allmählig an Ort und Stelle selbst entstanden zu denken? und giebt uns nicht den besten Beweis jener Meinung das

darf man dann auch nicht behaupten, dass bituminöses Holz und bituminöse Holzerde Fossile von einerlei Art sind, und dass beide aus dem Grunde zum Geschlechte der Steinkohlen gehören, weil man Stämme gefunden habe, die an einer Seite bituminöses Holz, an der andern wahre Pechkohle oder Gagath waren. Sonst müssten wir allerdings auch ein bloss erdartiges Fossil, von dem sich darthun lässt, dass es zerfallner Torf sey, zum *Torfe* und zu keinem Mineral rechnen. Ob aber Poiret's Gründe ausreichen, den Ursprung des sogenannten pyrituösen Torfs aus gewöhnlichem faserigen Torfe ausser allen Streit zu setzen, muss ich dem Leser zu entscheiden überlassen. Was er von den Steinkohlen als bituminösem Schlammtorfe sagt, ist auf jeden Fall sehr oberflächlich und ungenügend. *d. H.*

schnelle Anwachsen des Torfs in unsern Morästen, der mit dem Alter immer dichter, mächtiger und erdiger wird, und beim Verbrennen einen Geruch nach Bitumen oder Schwefel verbreitet?

Ein hierbei nicht zu vergessender Umstand ist das Vorkommen eines zweiten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss mächtigen pyrituösen Torflagers *unter* der Schicht voll Flussmuscheln, in den Torfgräbereien um Soissons. Es hat sich also hier schon Torf gebildet, ehe noch diese in süssem Wasser lebenden Muscheln da waren; wodurch die Meinung, das Meer habe diesen Torf hier abgesetzt oder die Substanzen, aus denen er entstanden sey, hier zusammengeschwemmt, völlig unhaltbar wird. Kann nun aber dieser Torf ursprünglich nichts anders als ein wahrer Morasttorf gewesen seyn, so folgt, dass die Gegend um *Soissons* viele Jahrhunderte lang von dichten Waldungen und zahlreichen Morästen müsse bedeckt gewesen, und der pyrituöse Torf von Soissons mit den darin befindlichen Flussmuscheln offenbar in einer Periode entstanden seyn, die der vorhergeht, als das Meer zuletzt über dieses Land hinströmte.

Gewöhnlich führt man die Ueberreste von Elephanten, Rhinoceros, Krokodilen, und exotischer in Schiefer liegender Pflanzen, die sich in unsern Gegenden finden, zum Beweise an, dass das Meer die schon bewohnte Erde noch einmahl überströmt habe. Allein mehrere nehmen, vielleicht nicht mit Unrecht, an, dass diese Thiere und Pflanzen in den Gegenden, wo man sie findet, lebten. Um darüber

zu entscheiden, hätte man auf das Volumen dieser Fossile mehr achten müssen, ob sie sich vermengt mit Meermuscheln finden, ob über ihnen oder unter ihnen, und welches die Ordnung der Lager ist.

Das Becken, worin jetzt *Soissons* liegt, war ehemahls, so stelle ich es mir vor, wenigstens zum gröfsten Theile ein Morast, der jetzt etwas höher als das Bett der Aisne liegt, die hindurchfliefst. Eben so die Gründe um *Coucy*, *Chaulny*, *La Fère*, *Laon* und so ferner, die mit jenem in einem Niveau liegen, und jetzt davon durch Berge getrennt sind. Nach einer langen Zeit kehrten die Stellen des Oceans zurück, um ihre alte Herrschaft wieder einzunehmen, bedeckten den gröfsten Theil des festen Landes, und liefsen darauf die Ueberreste ihrer zahlreichen Bewohner zurück, unter deren Trümmern die Bewohner der ältern Erde verschüttet wurden. In diese Epoche fällt die Bildung der Berge dieser Gegend, die fast alle aus einer sandigen Grundlage bestehn, auf denen sehr mächtige Bänke von Muschelkalkstein liegen. Sie alle enthalten Lager, in gleicher Folge, von einerlei Mächtigkeit und aus einerlei Materie bestehend. Entweder gab es auf dem Boden des Oceans, so lange er hier stand, grofse Strömungen, oder nach dem Abzuge desselben bildeten sich grofse Seen, Ravins und Ströme; und dadurch wurde ein Theil der vom Meere abgesetzten Substanzen fortgespült, und ein Theil des alten Morastes fast entblöfst. Diese Stellen sind unsre jetzigen Thäler, und sie bilden den ebnen Bö-

den der neuen Welt, unter dem man in nur geringer Tiefe das alte Erdreich wieder findet, das vielleicht noch nicht von Menschen bewohnt war.

---

5. *Eine Bemerkung gegen* Poiret's *Hypothese und Antwort auf sie.* Gegen die Meinung, daſs die Meermuscheln, welche man in den Lagen über dem Torfe findet, vom Meere dahin geschwemmt sind, und daſs sie eine Ueberschwemmung des schon gebildeten Torfs vom Meere beweisen, wurden Poiret in einem im *Journ. de Physique*, t. 9, p. 150, abgedruckten Briefe einige treffende Bemerkungen von J. M. Coupé entgegengestellt. „Mit dem gröſsten Vergnügen," schreibt er, „habe ich Ihre Beobachtungen über die *Steinkohlenerde*, (*terres-houilles*,) oder den *pyrituösen Torf* um Soissons gelesen. Hier jedoch eine Bemerkung. An beiden Ufern der Aisne, oberhalb und unterhalb Soissons, findet man auf den Abhängen des Landes verschiedne Meermuscheln, und besonders auch Austern, wie wir dergleichen um Paris auf Montmartre, auf dem Mont Valérien, zu Montmorency, zu Belleville, unter dem Schlosse von Sceaux, unter dem Park von St. Cloud, bei St. Germain und an vielen andern Orten sehn. Das Regenwasser reiſst von diesen Abhängen immerfort Theile mit sich, in die Ebnen oder in die Flüsse. So z. B. sieht man auf dem Wege von Chaulny nach Folembray unter den Feldern, noch nicht in der gewöhnlichen Tiefe der

Gräben, ganze Lager von über einander gehäuften Austerschalen, Ueberbleibsel von Austerbänken, die sich auf den Abhängen der grossen Untiefe, welche jetzt die hoch liegende Ebne des *Soissonnais*, des *Laonais* und des *Valais* ausmacht, als hier noch das Meer stand, in grosser Menge angesetzt hatten. Das Regenwasser hat die Schalen abgespült und auf das niedriger liegende Land mit fortgerissen. Man findet so bei Noyon, in den Sandgruben von Morlincourt, eine mächtige Lage mit dem Flussande der Oise vermengter Austerschalen. An andern Abhängen haben die Regenwasser in den lockern sandigen Boden tiefe Ravins gerissen, wo sich die Sammler mit der Glossopetra, mit Wirbeln von Fischen und dergleichen mehr versehn, und alles das reissen bei starkem Regen die Regenwasser mit in das darunter liegende Thal der Oise herab. In dem Bette eines kleinen im Sommer trocknen Bachs, der ein Thal bei Susoy durchfliesst, und sich in den Sandboden eingeschnitten hat, sieht man Austerbänke noch auf ihrem Lager, und Chamas, die noch geschlossen und unverändert sind, so dass man sich an den Meeresstrand versetzt glaubt. In dem Thale der Dive, wohin dieser Bach fliesst, der im Winter sehr wasserreich ist, findet man viel Meermuscheln; das Meer hat sie da aber nicht abgesetzt."

„Sie bemerken sehr richtig, dass von den Torfgruben einige im Niveau der Aisne, andre aber höher liegen. Unstreitig war der Boden der Moräste, die dieses Land bedeckten, ehemahls höher, denn

das fließende Wasser arbeitet sich immer tiefer in die Erde ein. In den vielen seitdem verflossnen Jahrhunderten ist das Niveau der Aisne, wie das aller unsrer Flüsse, niedriger geworden; an vielen Orten ist der Boden der alten Moräste höher geblieben und das Regenwasser hat die höher liegenden Ueberreste auf die jetzigen Moräste fortgeführt. Die Stelle, wo Beaurain liegt, dessen pyrituösen Torf Sie erwähnen, befand sich ehemahls wahrscheinlich auf dem Boden eines Morastes; jetzt scheint sie eine Höhe; aber zwei kleine Ströme haben weite Ravins umher ausgehöhlt, und das Niveau der Gewässer des Landes liegt jetzt viel niedriger. Einige solcher Stellen sind Anhöhen geblieben, weil das Wasser über sie nicht hinströmte, andere, weil sie aus fester Materie bestanden. — Sollte dieses nicht die wahre Erklärung Ihrer Beobachtungen seyn, die indeſs dadurch weder an Verdienst noch an Genauigkeit verlieren würden?"

Poiret erkennt selbst am Schlusse seiner zweiten Abhandlung das Gegründete dieser Bemerkungen an. Daſs der pyrituöse Torf nicht eher, als unsre Kalkgebirge voll Meermuscheln, sondern später entstanden, und nur durch Ströme, Regenwasser und durch ähnliche Ursachen mit Geschieben dieser muschelhaltigen Berge bedeckt worden sey, erhält, (sagt er,) durch folgende Gründe noch mehr Wahrscheinlichkeit. *Erstens* hat man noch unter keinem unsrer Kalkberge pyrituösen Torf ge-

funden; vielmehr gehn diese Berge weit tiefer in die Erde herab, indess der Torf mehrentheils dicht an der Oberfläche der Erde, an einigen Stellen selbst auf Anhöhen liegt, wie bei Beaurieux. *Zweitens* sind die Kreidelager, die an vielen Stellen die Grundlage unsrer Berge ausmachen, und oft 75 bis 90 Fuss tief unter Sand, Thon und Kalkstein liegen, an manchen Orten entblöfst, welches darauf zu deuten scheint, dass die obern Lager fortgerissen und wo anders abgesetzt sind; und sollten nicht daher die Mergel-, Thon- und Sandlager rühren, welche die meisten unsrer Torflager bedecken? Ich fühle die ganze Stärke dieser Gründe. Hier, was ich ihnen entgegnen möchte: 1. Ist es keinesweges ausgemacht, dass es unter unsern Kalkbergen, besonders unter den Kreidelagern, keinen Torf gebe, denn das Kreidelager ist noch nirgends durchsunken worden; 2. dass auch über den Kreidelagern der Ebnen Kalk, Thon und Sand abgesetzt gewesen sey, ist nicht nöthig; auch hätten die Meeresströme diese Aushöhlungen so gut und eher als Flüsse und Regengüsse bewirken können; 3. in dem Versuchsschachte bei Beaurieux hat sich 36 Fuss unter den Torflagern ein Morast und nicht Kalk gefunden; 4. endlich ist es nicht recht begreiflich, wie Torf, auf dessen Bildung in mehrern mächtigen über einander stehenden Lagern gewiss mehrere Jahrhunderte hingegangen sind, plötzlich mit aufgeschwemmten Erdmassen, die gewaltige Wasserfluthen voraussetzen, habe bedeckt werden können,

wenn man nicht meine Hypothese annehmen will, die dieses ohne Schwierigkeit erklärt. *)

---

6. *Allmählige Zersetzung der Vegetabilien und Produkte, die dadurch entstehn, besonders Torf und dessen verschiedne Arten.* Durch das Bisherige glaube ich wenigstens so viel dargethan zu haben, dass unser pyrituöser Torf an der Stelle, wo er jetzt noch liegt, entstanden ist; das beweist die regelmässige Lage schlammigen Mergels, voll Muscheln unsrer Seen und Flüsse, welche sich zwischen den Torflagen befindet. Es kömmt daher nun weiter darauf an, die grosse Operation der Natur aufzufassen, durch welche sie den Torf allmählig in den Zustand versetzt hat, in welchem wir ihn in unsern pyrituösen Torflagern finden. Und dieses sey der Gegenstand des letzten Theils gegenwärtiger Abhandlung.

Die Ueberreste, (*detritus*,) zersetzter Pflanzen sind nach der Natur der Pflanzen, noch mehr aber

*) Poiret scheint mir auf jeden Fall darin zu weit zu gehn, dass er den pyrituösen Torf für älter als das Muschelkalkgebirge der Picardie und von Isle de France ausgiebt. Und könnten nicht grosse inländische Wasserbehälter erst nach Jahrhunderten ihre Dämme durchbrochen, und durch den Ablauf ihrer Gewässer in das Meer die neueste Revolution bewirkt haben, durch welche die Vertiefungen in dem Kalkflötzgebirge und die aufgeschwemmten Lager über dem Torfe entstanden sind? *d. H.*

nach den Umständen, unter welchen die Zersetzung geschieht, und nach den Stoffen, welche dabei auf sie einwirken, verschieden. In Haufen auf der Oberfläche der Erde vereint, und der Wirkung von Wasser, Luft und Sonne ausgesetzt, gerathen sie in eine Gährung, bei welcher die flüchtigen Theile entweichen, und nur die fixern, die theils schon in der Pflanze da waren, theils erst bei der Zersetzung sich bilden, Erde, Salze, etwas Oehl, etwas Kohlenstoff und kohlensaures Eisen zurückbleiben. Diese machen das aus, was wir *Humus* oder *Dammerde* nennen; ihre Natur muss nach dem Grade der Zersetzung und nach den eigenthümlichen Säften der Pflanzen und den thierischen Theilen, die unter den vegetabilischen gemengt waren, verschieden seyn. — Befinden sich die Pflanzen unter Wasser, so muss ihre Zersetzung ganz anders vor sich gehn; weder Luft noch Sonne, nur das Wasser und Stoffe, die dieses aufgelöst enthält, wirken dann auf sie ein; mehrere ihrer Grundstoffe, die beim Gähren an freier Luft entweichen, bleiben bei ihnen, und ihre Ueberreste bilden nun nicht Humus, sondern *Torf*. Die Salze, welche die Pflanzen schon enthielten oder die sich erst bei dieser Zersetzung bilden, müssen grösstentheils vom Wasser ausgezogen werden, daher der Torf ihrer nur wenige enthalten kann. Desto reicher muss er an Kohlenstoff seyn, den in diesem Falle der Sauerstoff der Luft unter Beihülfe der Sonnenwärme nicht entführt. Dagegen entweicht viel Wasserstoff, wie das die grosse Menge

von brennbarer Luft beweist, die sich aus Morastboden auffammeln läfst. *) Torf und Humus haben folglich nicht mehr dieselben Bestandtheile.

Aller Torf läfst sich unter zwei Gattungen bringen: *faseriger* und *schlammiger Torf.* Der *Fasertorf* ist leicht, schwammig, hat nur wenig von erdiger Consistenz, (*peu terrifiée*,) und ist nichts als eine Vereinigung von Wurzeln und Stengeln, die ihre faserigen Theile noch behalten haben, und mit einem schwärzlichen, sehr leichten, erdigen und brennbaren Staube vermengt sind. Diese Erde ist der Ueberrest, (*detritus*,) der zerfetzten Blätter

*) Und zwar in Verbindung mit Kohlenstoff, da die Morastluft bekanntlich Kohlen-Wasserstoffgas und kein reines Wasserstoffgas ist, wofür Poiret sie nimmt. Um sie zu erhalten, muss man den Sumpfboden mit einer Harke oder einem andern Instrumente umrühren; nur dann erst entbindet sie sich in grosser Menge. Dieses schreibt Poiret dem Schlamme zu, welcher die Pflanzen, die sich zersetzen, bedeckt, und durch das sich bildende Gas sich zu expandiren gehindert werde, bis es einen freien Austritt erhalte. Dafs indess kleine Luftblasen mit festen Körpern unter Wasser lange und fest cohäriren, ohne darin, so lange alles in Ruhe bleibt, aufzuschwimmen, ist eine Erfahrung, die wir täglich in Gläsern voll Wasser anzustellen Gelegenheit haben, und die dieses Phänomen auch ohne Mitwirkung des Schlammes erklärt. Dafs so viel freies Kohlen-Wasserstoffgas im Boden der Moräste manche besondre chemische Verbindungen veranlassen müsse, darin hat Poiret unstreitig Recht. *d. H.*

und einiger jährigen Pflanzen, die leichter zerstörbar als die sind, deren Wurzeln und Stengel den Torf bilden und diese Erde in ihren Zwischenräumen enthalten. Die Fasern der Pflanzen, welche diese erste Art von Torf ausmachen, behalten ihre organische Form ausserordentlich lange, ja selbst Jahrhunderte hindurch.

Der *Schlammtorf* unterscheidet sich von diesem dadurch, dass er die Ueberreste von Pflanzen nicht mehr in ihrer organischen Form erhält. Er ist schwer, sehr compact, sehr brennbar, welches hauptsächlich von seinem grossen Antheile an Kohlenstoff herrührt, der sich darin in Gestalt eines feinen Staubes mit Schlammerde vermischt findet, und von Zersetzung krautartiger Pflanzen herstammt. Dagegen geben die holzigen Pflanzen, z. B. die Bäume, mehrentheils Kohlen in ganzen Massen, die fast immer die organischen Formen der Vegetation beibehalten. Der Schlammtorf ist folglich nichts als ein Product der Zersetzung des Fasertorfs. *) Der Kohlenstoff dieses letztern, der ohne Einwirkung des Sauerstoffs auf ihn fast unvermindert bleibt, wird bei fortgehender Zersetzung immer mehr entblösst; die

*) Dieses ist wohl zu schnell geschlossen. Wird auch aller faseriger Torf durch weitere Zersetzung zu Schlammtorf, so folgt daraus doch nicht, dass aller Schlammtorf aus Fasertorf entstanden sey. Dann müssten alle Pflanzen ohne Ausnahme, die unter Wasser verwesen, erst zu Fasertorf werden; das scheint aber gegen die Erfahrung zu seyn. *d. H.*

einzelnen Theilchen desselben sinken zu Boden, wo sie sich mit andern Materien, besonders mit dem Schlamme und den durch Zersetzung thierischer Theile entstehenden Substanzen vereinigen und sich in Lagen über einander häufen; das in den Pflanzen entweder schon vorhandne, oder bei der allmähligen Verwesung sich bildende Oehl vereinigt sich mit den Pflanzensäuren zum Bitumen, (?) und andre uns noch unbekannte Grundstoffe (!) bilden den Schwefel, der sich fast immer in den Ueberresten verwester thierischer und vegetabilischer Theile findet. Daher denn auch der Schlammtorf beim Verbrennen einen so unangenehmen Geruch nach Bitumen und Schwefel verbreitet.

Durch diese Darstellung werden nun die Natur und die Bildung des *pyrituösen Torfs* völlig aufgehellt. Dieser Torf kömmt in regelmäfsigen, horizontalen Lagern von erdiger Consistenz vor, die, gleich dem Thone, immer feucht und etwas fett sind. Er ist nichts andres als ein Schlammtorf von hohem Alter, von mattem Schwarz und ohne Glanz, der in mehrerer Mächtigkeit aufgehäuft, stärker zersetzt und minder reich an Kohlenstoff als gewöhnlich, oder in welchem der Kohlenstoff mehr vereinzelt ist, und der sich dem Schiefer nähert, mit Säuren aber nicht aufbraust, (wenigstens nicht der völlig reine, indess der graue, mit schlammigem Mergel vermischte, der sich an die Zunge anhängt, mit ihnen effervescirt.) *)

*) Der von Vauquelin zerlegte, (*Journal des Mines*, No. 25, p. 74,) den ihm die Gemeinde von

So wie er an der Luft trocken wird, reisst er nach allen Richtungen, zerblättert sich und lässt sich leicht zu einem feinen Staube zerreiben, wobei er die Finger schwärzt. *) Eisen und Schwefel sind in ihm, in Gestalt sehr fein zertheilten *Schwefelkiesses*, in Menge vorhanden, und durch die ganze Masse des Torfs und des darin liegenden Mergels verbreitet. Die tiefern Lager beider sind damit stärker durchzogen, doch ist er in ihnen ohne Glanz, und mit blossen Augen nicht wahrzunehmen. Wo sich der Schwefelkies ausserdem noch in einzelnen Massen in den Torf- und Mergellagern, wie zu Beaurieux, oder in den Ritzen und Höhlungen des fossilen Holzes findet, oder wo er die Muschelschalen vererzt hat, kömmt er dagegen mit seinen gewöhnlichen glänzenden und lebhaften Farben vor. Bitumen enthält dieser pyrituöse Torf nicht, und ist sehr verschieden von gewissen Steinkohlen, gewissen schwarzen Schiefern und einigem Schwammtorfe, in denen ebenfalls Schwefelkiese, aber nur isolirt und krystallisirt, und nicht durch die ganze Masse vereinzelt und mit den Erdtheilchen vermengt vorkommen.

Rollot zugesandt hatte, war zuverlässig nicht ganz rein. Einen stiptischen Geschmack nimmt er nur dann an, wenn er an der Luft gelegen und sich schon etwas vitriolisirt hat. *P.*

*) Alles Charaktere, die völlig auf unsre *Braunkohlen* passen, besonders auf die tiefer gelegenen, z. B. auf die für Moorkohlen ausgegebenen zu Ober-Röblingen. *d. H.*

Wie dieser unser pyrituöse Torf durch fernere Zersetzung des Schlammtorfs sich gebildet habe, darüber mache ich mir folgende Vorstellung: Torf entsteht in den Morästen in grosser Menge nur dann, wenn der Morastboden nicht zu hoch mit Wasser bedeckt ist, da die meisten Morastpflanzen der äussern Luft bedürfen, um zu leben. *) Dann aber erhebt sich jährlich eine neue Vegetation über die noch unzerstörten Ueberreste der vorjährigen, welche nun Torf in seinem ersten Zustande, faserigen Torf, ausmacht. So dauert die Vegetation jährlich fort, bis irgend eine äussere zufällige Ursach Ueberschwemmungen herbeiführt, welche den Morast und seine Pflanzen tief unter Wasser setzen. Dann sterben die Wasserpflanzen, die sich nun nicht bis über die Wasserfläche zu erheben vermögen, und

*) Die Wasserpflanzen sind von dreierlei Art. Einige stehn ganz und immer unter Wasser, und erheben sich höchstens zur Zeit der Befruchtung über die Wasserfläche; andre müssen, um zu bestehn, auf dem Wasser schwimmen; eine dritte Art vegetirt nur, wenn ihre Wurzeln und ein Theil ihres Stiels immer feucht bleibt, der übrige Theil der Pflanze aber über das Wasser hervorragt; sie sterben, wenn sie sich nicht bis über die Wasserfläche erheben können. Hierher gehören die meisten Wasserpflanzen, und besonders auch das Torfmoos, (*Sphagnum palustre*,) welches in den Torfgründen in solcher Menge wächst und die Grundlage des Torfs ist. P.

und überdies durch die Fluth mit Schlamm bedeckt und unter ihm erdrückt und vergraben werden. Dieser Schlamm nimmt jährlich zu, bis der Morast einmahl bei ausserordentlicher Dürre austrocknet und sich mit neuer Vegetation überzieht. Nun geht diese wieder fort, bis eine ähnliche Katastrophe als die erste sie wieder unter Schlamm vergräbt; und so entstehn die abwechselnden Lager von schlammigem Mergel und Torf. *) Während des hohen Wassers fanden sich auf dem Schlammboden Schalthiere ein und bewohnten ihn, bis dieses Wasser sich verlief. Daher die Schalen von Schalthieren, die gleich der *Helix vivipara* nur in dem tiefen Wasser unsrer Ströme und Teiche, und nicht in flachen, stockenden Morästen leben; und daher diese Ueberbleibsel nur in den Mergellagern, und nicht im Torfe. Der *Schwefelkies*, womit alle diese Lager durchzogen sind, findet sich in ihnen in so vorzüglicher Menge, wahrscheinlich nur aus localen Ursachen, über die ich mir keine Vermuthungen erlaube. Dass die Vegetabilien bei ihrer Zersetzung

*) Die Lagerung des pyrituösen Torfs in regelmässigen, beinahe blättrigen Schichten, führt auf die Vermuthung, dass er vom Wasser, welches das Moor überschwemmte, aufgerührt worden sey, und dass die leichtern pulverulenten Theilchen sich daraus, mit mehr oder weniger Schlammerde vermengt, nur allmählig wieder niedergesetzt haben. Daraus lässt sich auch die gleichmässige Vertheilung des Schwefelkieses durch die ganze Masse des Torfs und der Mergellager erklären. P.

Eisen, und Thiere und Pflanzen beim Faulen Schwefel geben, ist eine alte Beobachtung. Ich vermuthe indess, dass nicht aller Schwefel unsers pyritösen Torfs diesen Ursprung habe, sondern dass auch die Gewässer aus den benachbarten Gebirgen, (ehe sie noch mit dem Muschelkalke belegt wurden, der von neuerer Formation als unser Torf ist,) Schwefel herbeigespült haben. So wie die Schichten, welche das Meer über dem Torfe abgesetzt hat, kommen, verschwindet auch der Schwefelkies.

Im Verfolg der Vegetation in den Morästen erhebt sich allmählig der Torfboden, bis das Wasser die oberste Lage der Pflanzen nicht mehr zu bedecken vermag. Dann bedeckt sich der Torf mit Dammerde, und in ihr sprossen unter den Gräsern und Moosen Bäume hervor. Bald entsteht ein ungeheurer Wald, dessen abfallende Blätter der Vegetation jährlich neue Nahrung geben, *) und in welchem die Stämme, wenn sie vor Alter abgestorben sind, umfallen und unter Blättern und Moos vergraben werden. An freier Luft würden auch sie zu Dammerde verwesen. Unter Wasser dagegen zerfallen sie bei ihrer allmähligen Zersetzung nicht,

*) Wie sich der Boden allmählig mit Waldung und mit Dammerde bekleidet, davon habe ich in der Barbarei besonders auffallende Beispiele gesehn. Einen Theil der Ruinen des alten Tabarka muss man jetzt mitten in einem dichten Walde suchen. (M. s. meine Reise nach der Barbarei, *tome* I, p. 72 u. 180.) *P.*

gleich den Kräutern, zu Kohlenstoff in Staubgestalt, sondern werden carbonisirt, und in Kohlen, in Massen verwandelt, welche noch die organische Form der Vegetation zeigen; weshalb ich glaube, dass die Bäume, wovon wir noch fossiles und verkohltes Holz in unsern pyrituösen Torflagern finden, von dem Meerwasser umgestürzt worden sind. Daher bestehn auch nur die untern Lager unsers pyrituösen Torfs aus zersetztem Moortorfe; die obern dagegen aus nichts als fossilem Holze und fossilen Kohlen, in grossen Massen, wie man das bei Beaurieux auf dem Berge vor *Cuissy* findet. Je tiefer und niedriger die Torflager liegen, desto weniger Kohlen enthalten sie, und die, welche darin etwa zufällig vorkommen, sind in sehr geringer Menge und isolirt. Der *Bernstein* findet sich mehr in den Lagen fossiler Kohlen als in den Torflagen, woraus man schliessen möchte, dass er nur bei Zersetzung der Bäume und nicht der Kräuter entsteht. Im Ganzen ist indess der Bernstein in unsern Torfgruben selten, und ich habe ihn nur zu Homblières bei St. Quentin, und zu Billy an der Aisne gefunden. Doch soll er auch bei Beaurieux vorkommen.

Was das *versteinerte Holz* betrifft, so glaube ich, dass es bloss hineingeschwemmt sey, da es mir nicht recht denkbar ist, wie Holz mitten in Torf sich versteinern könne. Im Torfe kann es sich nur verkohlen, und versteinertes Holz hat man bis jetzt nur in Sande, durch den Wasser fliesst, in Menge

gefunden. Der Sand schützt das Holz vor schneller Verwesung, und das hindurch rinnende Wasser setzt darin allmählig an der Stelle der Pflanzentheile, die sich zersetzen, Theilchen Kieselerde ab. Alles petrificirte Holz, das unter andern Umständen vorkömmt, scheint nur hingeschwemmt zu seyn. — Die isolirten Massen schwarzen Sandsteins, die inwendig hohl und mit kleinen schwarzen Quarzkrystallen besetzt sind, scheinen dagegen nach allen Umständen mitten im Torfe selbst entstanden zu seyn, da sie gleich dem Torfe mit Eisen durchzogen sind. Sie sind wahre *Geoden*, über deren Bildung sich schwer etwas entscheiden läſst. *)

*) Folgende Stellen über den sogenannten pyrituösen Torf entlehne ich aus einem Aufsatze Sage's *de la terre végétale et de ses engrais*, den man im *Journal de Phys.*, t. 12, p. 34, findet: „Pflanzen, die sich allmählig an der Luft unter Mitwirkung von etwas Wasser zersetzen, geben die *Dammerde*, (*le terreau humus levis.*) Die Morastpflanzen dagegen, die gleich nach vollendeter Fructification welken und in das Wasser sinken, bilden hier durch Maceration einen schwärzlich braunen Teig, der mehr oder weniger fibrös ist, und den man *Torf* nennt. Ihre Samen, die von der Natur besser verwahrt sind, als ihr krautiger Stengel, bleiben indeſs unverändert, keimen im Frühjahre, und wachsen zu Pflanzen auf, welche die Torflage vermehren. Auch giebt es deren sehr mächtige. — Der französische Torf ist mehr oder weniger *pyrituös*. Will man den gestochnen und wohl getrockneten Torf aufheben, so muſs man ihn sorgfältig gegen

7. *Veränderungen, welche der pyritöse Torf an der Luft leidet.* Dafs der Schwefelkies auf das feinste zertheilt dem Torfe und den Mergellagern beigemengt ist, und dafs beide nafs aus der Erde kommen, sind für ein schnelles Oxydiren des Schwefels an der Luft so vorzüglich günstige Umstände, dafs man den Torf schon einige Stunden nachdem er gefördert worden, mit efflorescirtem *schwefelsauren Eisen* in Gestalt kleiner gräulich-weisser Fädchen

Regen schützen; denn mit Ueberresten von Pflanzen vermischte Schwefelkiese sind die Ursach und die Nahrung freiwilliger Entzündungen so wie der Vulkane. Die Magazine von Torf von Minzi, in der Vorstadt St. Antoine, fingen Feuer, weil in ihnen der Torf der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt lag. Aller französische Torf enthält Selenit, welcher diesen Torf, wenn man ihn verkohlt, pyrophorisch macht. — Nur Pflanzen können den *Humus* geben, nicht thierische Theile. Du Puget fand in den Katakomben von Rom, dafs der Staub eines verwesten menschlichen Körpers, das Rectangel um den Körper beschrieben, nicht ½ Linie hoch bedeckt. Dieser Staub ist häufig so phosphorisch, dafs er einen merklichen Schein im obern Theile des Grabes erzeugt, und behält dieses Phosphorescirен einige Monate lang. — Auch nicht alle Pflanzen sind geschickt, die Pflanzenerde oder den *Humus* zu erzeugen. Die krautartigen und faftigen werden zu einem Teige und schimmeln; nur die von festerem Gewebe, wie z. B. die Baumblätter, werden erst gelb, dann braun, erhitzen sich, wenn sie über einander gehäuft und etwas feucht sind, und

bedeckt findet. Diese vermehren sich nach Maassgabe, wie der Torf beim Trocknen rissiger wird, und dadurch der Luft mehr Oberfläche darbietet. Die gewöhnlichen Schwefelkiese, deren Theilchen

zerfallen innerhalb sechs Monate zu einer erdartigen Masse, mit darunter gemischten Ueberresten von Pflanzen, und geben so die *Dammerde*, (*humus levis*,) während deren Bildung sich kein Geruch verbreitet, obgleich sich das Oehl und der extractive Theil der Blätter zersetzt." — „In einem Theile der Picardie wird bis zur Röthe calcinirter Eisenvitriol, [Eisenoxyd,] unter dem Namen: *Cendres de terre houille de Beaurain*, (aus der man 25 Pfund Eisenvitriol aus dem Centner ziehn kann,) als Düngmittel gebraucht. Allein diese sogenannte Asche thut nur im ersten Jahre gut, und bringt im zweiten Schaden. Häufig verliert der Arbeiter, der sie auf die Felder streut, die Augenbraunen und die Haare, und Augen, Gesicht und die übrigen entblössten Theile des Körpers entzünden sich. Eine Compagnie, die sich vor 60 Jahren vereinigt hatte, um bei dem Dorfe Beaurain, 1 Lieue von Noyon, wie sie meinten, auf Erdkohlen, (*charbon de terre*,) zu bauen, statt dessen aber nur einen schwarzen, compacten, pyrituösen Torf förderte, der an der Luft aufgehäuft sich von selbst entzündete und zu einer röthlichen vitriolischen Asche verbrannte, brachte dieses Düngmittel zuerst in Gang, um dadurch wo möglich ihre Fonds wieder zu erhalten. Jetzt ist man jedoch klüger geworden, und mehrere Particuliers graben diesen pyrituösen Torf, um ihn auf Eisenvitriol zu benutzen."

d. H.

nicht so fein vertheilt sind, efflorescieren zwar auf dieselbe Art, aber weit langsamer, und nur wenn sie zerschlagen und befeuchtet dem Luftzuge ausgesetzt werden. *)

Ist der Torf in grossen Haufen auf einander geschüttet, so dass der Regen die sich bildenden schwefelsauren Salze nicht fortspülen und den Ueberrest als Staub zerstreuen kann, so erhitzt er sich im Innern, und es entstehn in ihm neue Verbindungen, je nachdem die Hitze nur mässig und von kurzer Dauer, oder anhaltender und stärker ist. Im ersten Falle entstehn, so wie die Wärme das schwefelsaure Eisen zersetzt, *Alaun*, der zum Theil in weisslichen pulverulenten Flocken auf dem im Torfe enthaltnen Thone efflorescirt, *Gyps*, der bei gänzlichem Verbrennen zu wahrem Sparkalke wird, **) und

*) Auch die Schwefelkiese unsrer Braunkohlenlager, die sich in einigen Lagern in ausserordentlicher Menge finden, efflorescieren insgesammt und zerfallen nach einiger Zeit, selbst wenn man sie an trocknen Oertern aufhebt, indess die Schwefelkiese in den Mansfelder Kupferschiefern und aus den Ganggebirgen des Harzes an denselben Orten völlig unverändert bleiben. *d. H.*

**) Damit diese merkwürdigen Gypskrystalle in dem mit Schwefelkies durchdrungnen Mergel entstehn können, muss der Schwefelkies, der sie durchdringt, zu schwefelsaurem Eisen efflorescieren, und das kann nur an der Luft geschehn. In Wasser habe ich pyrituösen Torf lange Zeit über, ohne dass er irgend eine Zersetzung litt, erhalten. Dann

Bitterfalz. Im zweiten Falle geht das langſame Verbrennen des Schwefels bald in ein ſchnelles über, und der ganze Haufe kömmt in Brand; man ſieht Nachts eine ſchwache Flamme, Tags einen dichten ſchwarzen Rauch an der Oberfläche des Haufens, es verbreitet ſich rings umher ein Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoffgas, und an der Oberfläche und in den obern Höhlungen des Haufens ſetzt ſich Schwefel in Kryſtallgeſtalt als kleine Fäden oder als Staub an. *) Das Eiſen verwandelt ſich in ein rothes Oxyd, (Colcothar,) und färbt die als Aſche zurückbleibenden Erdtheile, die daher auch *Cendres rouges* genannt werden, und wird mit ihnen zu einem Ocher. Wenn der Brand lange dauert, ſo leiden beide eine halbe Verglaſung, und man findet ſie dann mitten im Haufen in nicht ganz kleinen Schlackenmaſſen, die das Anſehn des Hammerſchlags

aber entſteht in ihm, wegen der Anweſenheit des Kalks, nicht ſchwefelſaures Eiſen, ſondern ſchwefelſaurer Kalk. In dem Mergel am Orte ſeiner Lagerung habe ich beim ſorgfältigſten wiederhohlten Nachſuchen nicht einen Gypskryſtall finden können, ein paar an der Oberfläche, wo die Luft ihn lange berührt hatte, ausgenommen. Derſelbe Mergel in Haufen aufgeſchüttet, hatte ſich dagegen nach 6 Monaten faſt durchgängig in Gypskryſtalle verwandelt. P.

*) Die erſte Erhitzung wird unſtreitig durch Einwirkung der ſich bildenden Schwefelſäure auf das Waſſer im Torfe bewirkt. Das Waſſer kann durch das

schlags haben. Auch wird der kohlensaure Kalk dabei zu ätzendem Kalke, und der Gyps zu wahrem Sparkalke gebrannt.

Von dem Gebrauche dieser verschiednen Producte werde ich in einer vierten Abhandlung reden, und füge hier nur noch die Bemerkung hinzu, daſs mit den *Vulkanen* und deren Producten nichts eine gröſsere Aehnlichkeit hat, als die freiwillige Entzündung des pyrituösen Torfs und die eben beschriebenen Producte, die dabei entstehn. Der weit umher sich verbreitende Geruch nach Schwefel-Wasserstoffgas, die schwefelsauren Salze, welche sich an der Oberfläche des Haufens ansetzen, zu Kalk gebrannter Kalkstein, verbrannter Schiefer, gebrannter Thon, farbige Eisenoxyde und Ocher, blättriger trippelähnlicher Mergel, und poröse, eisenschüssige Schlacken, deren Höhlungen oft Schwefel- und Alaunkrystalle enthalten; — das alles sind Charaktere eines Vulkans. Ich muſs jedoch bemerken, daſs man bis jetzt noch kein Beispiel einer

das Eisen der Kiese nur dann unter Mitwirkung der Schwefelsäure zersetzt werden, wenn das Eisen in den Kiesen regulinisch, und nicht schon oxydirt vorhanden ist, welches letztere wenigstens Vauquelin behauptet. Daher ist es wahrscheinlich der Kohlenstoff des Torfs, der bei erhöhter Temperatur sowohl das Wasser als auch die Schwefelsäure des Torfs schnell desoxydirt, wobei kohlensaures Gas, Schwefel-Wasserstoffgas, Schwefel und noch nicht ganz oxydirter Kohlenstoff entweichen müssen. *d. H.*

Selbstentzündung oder eines Brandes unsers pyritöſen Torfs in der Erde ſelbst hat, auch nicht, wenn die Oberfläche deſſelben entblöſst und mit der Luft in freier Berührung ist. Er entzündet ſich an freier Luft nur, wenn er umgeſchüttet und aufgehäuft, und durch Regen genäſst worden, oder an ſich ſehr feucht ist. Auf die Zeit, in welcher er ſich entzündet, hat nicht nur der Zuſtand der Luft, ſondern auch die Gröſse des Haufens einen ausgezeichneten Einfluſs. Je gröſser der Haufe ist, deſto eher entzündet er ſich, beſonders wenn Regen und gleich darauf ſtarker und kalter Wind eintreten. Er brennt faſt ohne Flamme, und erzeugt nur einen dicken Rauch von faſt unerträglichem Geſtanke. An der Oberfläche ſcheint er nicht einmahl zu brennen, und man muſs den Haufen aufſtören, um das Feuer, welches ihn verzehrt, gewahr zu werden, und das in ſeinem Innern ſtark genug ist, um die oben erwähnten Schlacken zu erzeugen, wiewohl es nicht hinreicht, den Thon zu verglaſen, ſondern ihn nur hart brennt. — Könnte der Torf auf dieſelbe Art in der Erde brennen, wozu ein freier Zutritt der Luft zu ſeiner Lagerſtätte nöthig ſeyn würde, ſo möchte er allerdings einen kleinen Vulkan bilden können.

IX.

Eine Beobachtung über das Entstehn des holländischen Torfs.

Aus einem Briefe des Dr. M. van Marum *in Harlem an* Faujas - Saint - Fond. *)

Harlem den 1sten Januar 1803.

Seitdem man durch eine genauere Untersuchung des Torfs der Moorgründe sich überzeugt hat, daſs dieser aus zerstörten Stengeln, Blättern, Wurzeln und andern Pflanzentheilen besteht, und daſs die holländischen Torfbrüche, (und so auch die in andern Ländern,) nach ihrer Lage und ihrem Vorkommen in mehrern Schichten in hoch liegenden Morästen zu urtheilen, nicht durch Wasserfluthen dahin geschwemmt seyn können, sondern sich noch an der Stelle befinden, wo sie entstanden sind; ist häufig die Frage gewesen, aus welcher Pflanze denn eigentlich der Torf entstehe. Zufällig habe ich im Jahre 1789 eine Beobachtung gemacht, die mir über diese Frage viel Licht zu verbreiten scheint. Zum mindesten lernen wir durch sie einige Pflanzen kennen, aus welchen Torf in sehr kurzer Zeit anwachsen kann.

In einem Garten unweit Harlem hatte ich 1784 ein kleines 10 Fuſs tiefes Bassin graben lassen, um

*) *Annales du Museum d' Histoire naturelle*, T. 2, p. 91. *d. H.*

darin chinesische Goldfische zu halten. Der Boden war hier nichts weniger als morastig, hatte lange Zeit über 5 Fuss tief zur Kultur von Pflanzen gedient, und bestand zu unterst aus bläulichem Sande. Die Wände dieses Bassins wurden, um Festigkeit zu erhalten, ringsum mit Holz bekleidet.

Schon im Jahre 1786 merkte ich, dass das Bassin viel an Tiefe verloren habe, ohne den Grund aufzufinden. Ich nahm darin im Anfange einige Wasserpflanzen wahr, die sich sehr schnell vermehrten, und es oft so ausfüllten, dass ich sie musste wegnehmen lassen, um den Fischen mehr Raum zu verschaffen und sie sichtbar zu machen. Diese Pflanzen wurden immer zahlreicher, und zugleich verminderte sich die Tiefe des Bassins immer mehr.

Im Jahre 1789 wurde mein Garten durch eine Springfluth überschwemmt, die so viel Schlamm in das Bassin spülte, dass ich mich genöthigt sah, es ausschöpfen und von Schlamm reinigen zu lassen. Ich hatte den Arbeitern befohlen, es ja bis auf den Grund zu reinigen, und war daher nicht wenig verwundert, als sie fertig waren, das Bassin nur 6 Fuss tief zu finden. Sie behaupteten, es könne nicht tiefer gewesen seyn, weil sie bis auf den festen Boden gekommen wären; da ich aber bestimmt das Gegentheil wusste, so wies ich sie an, es weiter auszugraben, bis sie auf den bläulichen Sand gekommen seyn würden, der den Boden des Bassins ausmachte. Kaum hatten sie diese Arbeit angefangen, so merkte ich, dass sich eine 4 Fuss mächtige Lage Torf in dem Bassin gebildet haben müsse. Getrocknet,

brannte dieser Torf wie anderer und gab dieselben Kohlen. Ich zeigte ihn mehrern, die Kenntniss vom Torfwesen hatten.

Dieses wirklich bewundernswürdige Ereigniss verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als ich zugleich Gelegenheit gehabt habe, zu bemerken, aus welchen Pflanzen dieser Torf entstanden war. Während der ganzen Zeit, dass der Torf sich im Bassin anhäufte, habe ich darin fast keine andere Pflanze wahrgenommen, als die lange Bach-Conferve, (*Conferva riwularis,*) und den Wasser-Federball, (*Myriophyllum spicatum.*) Zwar standen einige andre Pflanzen am Rande des Bassins, doch nur in so geringer Menge, dass sie höchstens äusserst wenig zur Bildung der Torflage können beigetragen haben.

Nachdem das Bassin gereinigt und wieder ausgegraben ist, habe ich darin keine Bach-Conferve weiter wahrgenommen; dagegen nahm das *Myriophyllum spicatum* darin so überhand, dass ich es mehrmahls in einem Jahre musste fortnehmen lassen. Auch jetzt nahm zwar die Tiefe des Bassins ab, doch nicht so schnell wie das erste Mahl. Begierig, zu wissen, ob sich etwa aufs neue wieder Torf gebildet habe, liess ich das Bassin im Jahre 1795 ausschöpfen; es enthielt aber keinen Torf, sondern nur Schlamm, welcher in allem vollkommen dem glich, der sich gewöhnlich in stehenden Gewässern aus vermodernden Wasserpflanzen bildet.

Diese Beobachtung, verglichen mit der vorigen, zeigt uns, dass die *Conferve* die Hauptpflanze ist, aus der der Torf, der sich in stehenden Ge-

wässern bildet, entsteht. Frägt man, was wohl die Conferve geschickter als andre Pflanzen machen dürfte, den Torf zu erzeugen, so scheint mir dieses zum Theil davon abzuhängen, dass diese Conferve nicht leicht fault, wie das die Beobachtungen des Botanikers Meese und anderer beweisen. Es scheint überdies, die Conferve werde gegen den Herbst specifisch schwerer, daher sie sich in den Wassern zu Boden senkt, und zugleich die andern Wasserpflanzen, zwischen denen sie sich befindet, mit hinab zieht. Endlich läst sich aus meinen beiden Beobachtungen schliessen, dass die Conferve die Eigenschaft habe, auch die andern Pflanzen, welche sie umgiebt, zum Theil gegen die Verwesung zu schützen; denn das *Myriophyllum spicatum* war im ersten Falle erhalten, im andern aber, als die Conferve nicht mehr mit demselben wuchs, verwest.*)

*) Noch eine Eigenschaft, welche die Conferve zur Bildung so schnell wachsenden Torfes vorzüglich geschickt macht, ist die ausserordentliche Schnelligkeit, mit der sie, nach Vaucher's Beobachtung, sich durch die von ihm bemerkten samenähnlichen Körnchen fortpflanzt. Die von einer einfachen fadenförmigen Graben - Conferve aufgesammelten, dem blossen Auge kaum sichtbaren Körnchen hatten sich schon innerhalb dreier Monate zu Pflanzen entwickelt, die selbst mit reifen Körnchen versehn waren, so dass in einem Bassin, welches immer mit Wasser versehn ist, jährlich 2 bis 3 Generationen dieser Conferve zum Vorscheine kommen könnten. Erst wuchs aus dem Körnchen ein feiner Faden hervor; bald verschlangen sich viele solcher ein-

X.

Ein Bohrer, um morastiges Bruchland auszutrocknen,

von

THOMAS ECCLESTON, Esq. *)

Das gröfste Hindernifs, womit man beim Austrocknen manches moofigen oder torfigen Bruchlands zu kämpfen hat, befteht darin, dafs die Moos- und Torflager, obfchon das Waffer nur fchwer durch fie hindurch filtrirt, doch von fo weicher und fchwammartiger Natur find, dafs fie vom Drucke des Moraftwaffers gehoben, und neu gezogne Gräben oder Kanäle dadurch in Kurzem wieder faft ausgefüllt werden, fo dafs das Waffer durch fie nicht mehr abfliefsen kann. Um diefes zu vermeiden, mufs man dem Moraftwaffer Luft machen. Für eine kurze Zeit läfst fich das fchon durch eine Stange, die man durch den Torfboden treibt, oder mit dem gemeinen Bohrer bewerkftelligen; da aber beide

facher Fäden zu einem kleinen grünen, kaum fichtbaren, auf dem Waffer fchwimmenden Flöckchen, aber fchon acht Wochen nach dem Keimen erfüllte ein folches Flöckchen die Hälfte eines 10 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Glafes. (Vaucher's *Mémoire fur les graines des conferves. Journ. de Phyf.*, t. 9, p. 344 f.) Vaucher giebt diefe Conferve für die *Conferva fontanalis* aus, doch ift es die nicht, welche Linné mit diefem Namen bezeichnet. *d. H.*

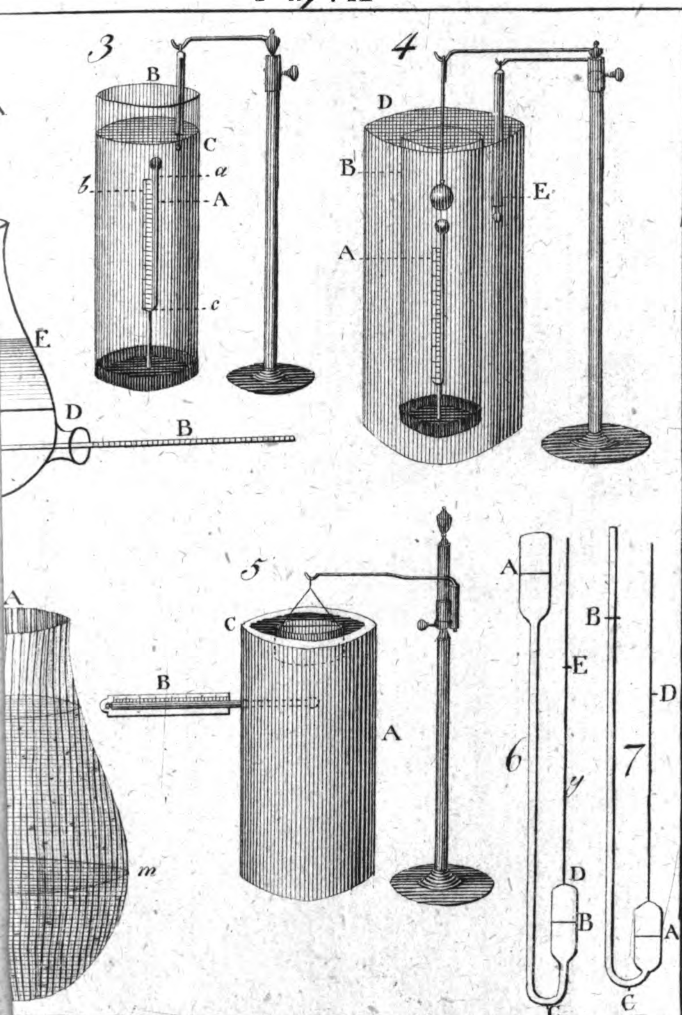
*) *Transact. of the Soc. of Arts*, 1801. *d. H.*

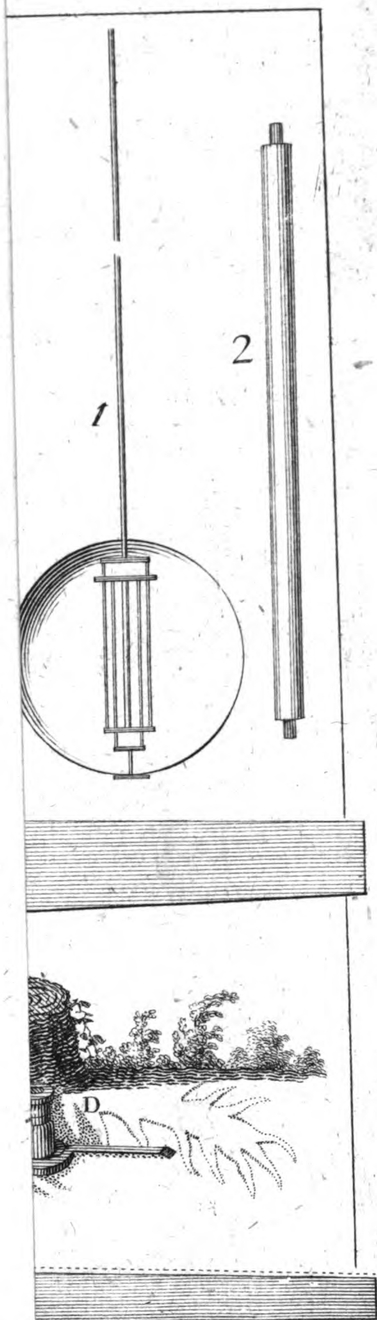
den Torfboden nur zur Seite drücken, so wird er sehr bald wieder zusammengepresst und dem Wasser der freie Durchgang gesperrt. Mittelst eines Bohrers, wie ihn *ABD*, Taf. III, Fig. 3, abbildet, läfst sich dagegen ein 6 Zoll dicker Cylinder von Torf rein herausschneiden und dadurch dem Wasser auf lange Zeit ein freier Durchgang öffnen. *A* ist die Scheide, *B* der Körper des Bohrers, *C* die obere Oeffnung, aus der der ausgebohrte Torf sich herausnehmen läfst, und *D* ein Stück der eisernen Bohrstange, die oben eine horizontale Handhabe hat.

Bei dem ersten Versuche mit diesem Bohrer wurde in einer Stunde ein 6 Zoll weites und 12 Fuss tiefes Bohrloch rein herausgebohrt, und nun stieg das Wasser in dem Graben von 4 Zoll auf 6 Zoll Höhe, und der Boden des Grabens, der zuvor sehr weich, aufgeschwollen und in die Höhe getrieben war, wurde in wenigen Tagen fest und hart; selbst beim Ausräumen schwoll und hob er sich nicht im mindesten. Dadurch, dafs ein solches Bruchland gleich fest genug gemacht wird, dafs die Endgräben stehn bleiben, lassen sich die Austrocknungskosten desselben nicht wenig vermindern. Wie tief gebohrt werden müsse, hängt von der Localität ab. In Moosboden, der so niedrig liegt, dafs er der Gefahr, überschwemmt zu werden, ausgesetzt ist, darf man, damit das Land nicht allzutief sinke, nicht tiefer bohren, als schlechterdings nöthig ist, um die Oberfläche zu trocknen.

: d: Phys: 14 B: 1 H:

Taf: II




2
1
D

Tab. IV.

